

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2006-165500

(43)Date of publication of application : 22.06.2006

(51)Int.Cl.

H01L 21/027 (2006.01)  
G03F 7/20 (2006.01)

(21)Application number : 2005-169549

(71)Applicant : NIKON CORP  
NIKON ENGINEERING CO LTD

(22)Date of filing : 09.06.2005

(72)Inventor : NAGASAKA HIROYUKI  
OKUYAMA TAKESHI

(30)Priority

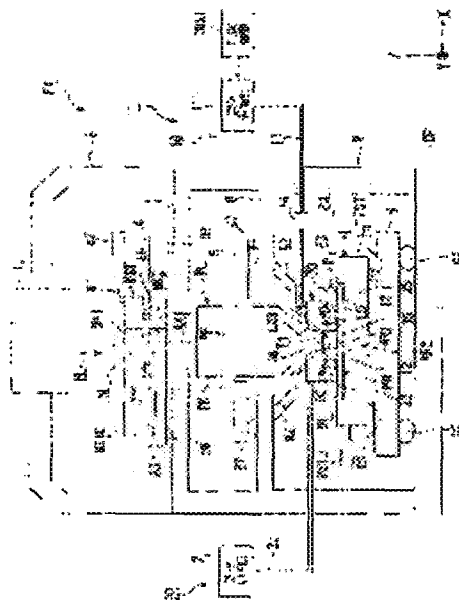
Priority number : 2004172569	Priority date : 10.06.2004	Priority country : JP
2004245260	25.08.2004	JP
2004330582	15.11.2004	JP

(54) EXPOSURE APPARATUS, EXPOSURE METHOD, AND DEVICE MANUFACTURING METHOD

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide an exposure apparatus capable of performing satisfactory exposure processing while maintaining a liquid immersion region in a desired state.

**SOLUTION:** The exposure apparatus EX irradiates a board (P) with exposure light EL via a projection optical system PL and a liquid LQ to expose the board P. The exposure apparatus EX is provided with a liquid immersion mechanism 1 for supplying the liquid LQ and recovering the liquid LQ. The liquid immersion mechanism 1 has an inclined plane 2 formed so as to face the front surface of the board P, and a liquid recovering port 22 of the liquid immersion mechanism 1 is formed on the inclined plane 2.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the  
examiner's decision of rejection or application  
converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

## \* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

## CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1]

In the aligner which irradiates exposure light on a substrate through projection optics and a liquid, and exposes said substrate,

While supplying said liquid, it has the immersion device in which said liquids are collected,

Said immersion device has the slant face formed so that it might counter with the front face of said substrate,

The aligner with which liquid recovery opening of said immersion device is formed in said slant face.

[Claim 2]

Said slant face is an aligner according to claim 1 currently formed so that spacing with the front face of said substrate may become large as it separates from the optical axis of said exposure light.

[Claim 3]

Said slant face is an aligner according to claim 1 or 2 currently formed so that the projection field where said exposure light is irradiated may be surrounded.

[Claim 4]

Said immersion device is an aligner according to claim 3 which has a wall for controlling exsorption of said liquid to the periphery of said slant face.

[Claim 5]

Said liquid recovery opening is the aligner of claim 1-4 currently formed so that the projection field where said exposure light is irradiated may be surrounded given in any 1 term.

[Claim 6]

The aligner of claim 1-5 given in any 1 term with which the porous member is arranged at said liquid recovery opening.

[Claim 7]

Said porous member is an aligner containing a mesh according to claim 6.

[Claim 8]

Said immersion device has the flat part continuously formed with said slant face between the projection field where said exposure light is irradiated, and said slant face so that it might become the front face of said substrate, and abbreviation parallel,

Said flat part is the aligner of claim 1-7 currently formed so that the projection field where said exposure light is irradiated may be surrounded given in any 1 term.

[Claim 9]

Said immersion device is the aligner of claim 1-7 which has the member arranged so that a predetermined clearance may be formed between the end faces of said projection optics while having opening which said exposure light passes, and supplies a liquid to the clearance between said projection optics and said members given in any 1 term.

[Claim 10]

Said member is an aligner according to claim 9 which has the flat part formed so that it might counter with said substrate front face.

[Claim 11]

Said flat part is an aligner according to claim 10 currently formed so that the projection field where said exposure light is irradiated may be surrounded.

[Claim 12]

Said slot is an aligner according to claim 10 or 11 which is circulating [ in / said immersion device has the slot arranged on the outside of said flat part, and / the interior ] with the gas around [ image surface ] said projection optics.

[Claim 13]

Said slot is an aligner according to claim 12 currently formed so that the projection field where said exposure light is irradiated may be surrounded.

[Claim 14]

Said immersion device has the slot arranged between the projection field where said exposure light is irradiated, and said slant face,

Said slot is arranged so that the opening may counter with said substrate,

Said slot is the aligner of claim 1-9 which is circulating with the gas around [ image surface ] said projection optics in the interior given in any 1 term.

[Claim 15]

Said slot is an aligner according to claim 14 currently formed so that said projection field may be surrounded.

## [Claim 16]

An aligner given in any 1 term of claims 1-15 including two or more slant faces where said slant face inclines at a different include angle to the front face of said substrate.

## [Claim 17]

An aligner given in any 1 term of claims 1-16 toward which said slant face inclines at the include angle of 3 - 20 degrees to the front face of said substrate.

## [Claim 18]

An aligner given in any 1 term of claims 1-17 whose whole surface of said slant face is liquid recovery opening.

## [Claim 19]

An aligner given in any 1 term of claims 1-18 by which the fin is prepared in said slant face.

## [Claim 20]

Said immersion device is an aligner given in any 1 term of claims 1-19 which continue supply and recovery of said liquid during exposure of said substrate.

## [Claim 21]

In the aligner which irradiates exposure light on a substrate through projection optics and a liquid, and exposes said substrate,

While supplying said liquid, it has the immersion device in which said liquids are collected,

It has the flat part formed so that it might become the front face of said substrate, and abbreviation parallel so that said immersion device may counter with the front face of said substrate,

The flat part of said immersion device is arranged so that the projection field where said exposure light is irradiated may be surrounded between the end face by the side of the image surface of said projection optics, and said substrate,

The liquid feed hopper of said immersion device is an aligner arranged to the projection field where said exposure light is irradiated on the outside of said flat part.

## [Claim 22]

Liquid recovery opening of said immersion device is an aligner according to claim 21 which is the outside of said flat part, and is arranged so that said flat part may be surrounded to said projection field.

## [Claim 23]

Liquid recovery opening of said immersion device is an aligner according to claim 21 or 22 arranged to said projection field on the outside of said liquid feed hopper.

## [Claim 24]

Said immersion device has the slant face formed so that it might counter with the front face of said substrate,

The aligner according to claim 22 or 23 with which liquid recovery opening of said immersion device is formed in said slant face.

## [Claim 25]

Said slant face is an aligner according to claim 24 currently formed so that spacing on said front face of a substrate may become large as it separates from the optical axis of said exposure light.

## [Claim 26]

Said immersion device is an aligner according to claim 24 or 25 which has a wall for controlling exsorption of said liquid to the periphery of said slant face.

## [Claim 27]

The aligner of claim 22-26 given in any 1 term with which the porous member is arranged at said liquid recovery opening.

## [Claim 28]

Said immersion device has the plate-like part material in which opening which said exposure light passes was formed,

The aligner of claim 21-27 given in any 1 term with which said plate-like part material has been arranged so that it may counter with the front face of said substrate by using one field of said plate-like part material as said flat part.

## [Claim 29]

Said immersion device is the aligner of claim 1-28 which continues supply and recovery of said liquid during exposure of said substrate given in any 1 term.

## [Claim 30]

In the aligner which irradiates exposure light on a substrate through projection optics and a liquid, and exposes said substrate,

While supplying said liquid, it has the immersion device in which said liquids are collected,

Said immersion device is a liquid feed hopper which is prepared in the 1st location of the outside of the optical-path space of said exposure light, and supplies a liquid,

The aligner equipped with the guide member arranged so that the liquid supplied from said liquid feed hopper may flow toward the 2nd different location from said 1st location of the outside of this optical-path space through said optical-path space.

## [Claim 31]

Said guide member is an aligner according to claim 30 arranged in order to prevent that a gas stops into the liquid of the optical-path space of said exposure light.

## [Claim 32]

Said guide member is an aligner according to claim 30 or 31 which pours a liquid so that a vortex may not be generated in said optical-path space.

## [Claim 33]

Said guide member is the aligner of claim 30-32 which has opening which it is arranged at the image surface side of said



projection optics, and said exposure light passes given in any 1 term.

[Claim 34]

Said opening is an aligner according to claim 33 which is an abbreviation cross joint-like.

[Claim 35]

Said liquid feed hopper is an aligner according to claim 33 or 34 which supplies a liquid to a building envelope including the space between said projection optics and said guide members.

[Claim 36]

Said guide member is the aligner of claim 30-35 which has the flat part arranged so that it may counter with said substrate given in any 1 term.

[Claim 37]

Said flat part is arranged so that the optical path of said exposure light may be surrounded,

Said immersion device is an aligner [ equipped with liquid recovery opening arranged so that it may counter with said substrate outside said flat part to the optical path of said exposure light ] according to claim 36.

[Claim 38]

Said liquid feed hopper is the aligner of claim 30-37 prepared in each of the both sides which faced across said optical-path space given in any 1 term.

[Claim 39]

The aligner of claim 30-38 given in any 1 term with which the exhaust port is arranged in said 2nd location or its near.

[Claim 40]

Said exhaust port is an aligner according to claim 39 connected with the gas around [ image surface ] said projection optics.

[Claim 41]

Said exhaust port is an aligner according to claim 39 connected to the inhalation-of-air system.

[Claim 42]

Said exhaust port is the aligner of claim 39-41 prepared in each of the both sides which faced across said optical-path space given in any 1 term.

[Claim 43]

Said guide member is the 1st guide section which forms the flow which goes to said optical-path space from said 1st location,

It has the 2nd guide section which forms the flow which goes to said 2nd location from said optical-path space,

The passage formed of said 1st guide section and the passage formed of said 2nd guide section are the aligner of crossing claim 30-42 given in any 1 term.

[Claim 44]

The aligner according to claim 43 with which abbreviation cross-joint-like opening is formed of said 1st guide section and said 2nd guide section.

[Claim 45]

Said exposure light is an aligner according to claim 44 which passes through the center section of opening of the shape of said abbreviation cross joint.

[Claim 46]

The width of face of the passage formed of said 1st guide section and the width of face of the passage formed of said 2nd guide section are the aligner of almost same claim 43-45 given in any 1 term.

[Claim 47]

The width of face of the passage formed of said 2nd guide section is the aligner of claim 43-45 smaller than the width of face of the passage formed of said 1st guide section given in any 1 term.

[Claim 48]

The aligner according to claim 30 to 47 with which the passage of the liquid which flows from the 1st location to the 2nd location through said optical-path space is crooked.

[Claim 49]

The aligner according to claim 48 with which the passage of said liquid is crooked in said optical-path space or its near.

[Claim 50]

It is the aligner which irradiates exposure light through a liquid at a substrate, and exposes said substrate. :

Optical system which the exposure light which it has a substrate and the end face which counters and is irradiated by the substrate passes;

While supplying said liquid, it has the immersion device in which said liquids are collected.;

It is arranged so that said immersion device may counter in parallel with said substrate between said substrates and end faces of said optical system, and it has the plate member which has the flat side arranged so that the optical path of exposure light may be surrounded,

the location separated from the flat side of said plate member to the optical path of said exposure light while supplying the liquid to the space between the end face of said optical system, and said plate member from the feed hopper prepared near the end face of said optical system -- and the aligner which collects liquids from liquid recovery opening arranged so that it may counter with a substrate.

[Claim 51]

Said plate member is an aligner according to claim 50 which has the end face of said optical system, the 1st page which counters, said substrate, and the 2nd page which counters.

[Claim 52]

Said feed hopper is an aligner according to claim 50 or 51 arranged at the both sides of the optical path of said exposure

light.

[Claim 53]

An aligner given in any 1 term of claims 50-52 which can supply a gas to the space between the end face of said optical system, and said plate member from said feed hopper.

[Claim 54]

Said immersion device is the aligner of claim 50-53 which has opening connected to the space between the end face of said optical system, and said plate member apart from said feed hopper given in any 1 term.

[Claim 55]

The aligner according to claim 54 with which the gas in the space between the end face of said optical system and said plate member is discharged through said opening.

[Claim 56]

The aligner according to claim 54 or 55 with which the liquids in the space between the end face of said optical system and said plate member are collected through said opening.

[Claim 57]

The aligner according to claim 56 with which recovery of a liquid is performed from said opening in order to make optical-path space of said exposure light into the condition of not immersing.

[Claim 58]

Said opening is an aligner of claim 54-57 given in any 1 term connected to the suction device.

[Claim 59]

Said opening is the aligner of claim 54-58 which can supply a gas given in any 1 term to the space between the end face of said optical system, and said plate member.

[Claim 60]

Said plate member is the aligner of claim 50-59 which has opening of the predetermined configuration which said exposure light passes given in any 1 term according to the configuration of the exposure field of said exposure light.

[Claim 61]

Said plate member has opening which said exposure light passes,

The liquid of said plate member supplied to the space between a field and the end face of said optical member on the other hand minds said opening, and it is the aligner according to claim 60 which can flow into the space between the another side side of said plate member, and said substrate.

[Claim 62]

Said feed hopper is the aligner of claim 50-61 arranged more nearly up than the flat side of said plate member given in any 1 term.

[Claim 63]

The aligner according to claim 50 with which said feed hopper sends out a liquid in the direction parallel to a substrate.

[Claim 64]

The aligner of claim 50-63 given in any 1 term which continues said recovery opening to the liquid supply from said feed hopper, and liquid recovery, and is filled with a liquid between the end face of said optical system, and said substrate during exposure of said substrate.

[Claim 65]

Said immersion device is the aligner of claim 50-64 which has the slant face which inclined to the flat side to the optical path of said exposure light on the outside of the flat side of said plate member given in any 1 term.

[Claim 66]

Said recovery opening is an aligner according to claim 65 currently formed in said slant face.

[Claim 67]

Said recovery opening is an aligner according to claim 65 currently formed in the outside of said slant face to the optical path of said exposure light.

[Claim 68]

Said immersion device is the aligner of claim 65-67 which can form the interface of the immersion field formed in the part on said substrate between said slant faces and said substrates given in any 1 term.

[Claim 69]

Said slant face is the aligner of claim 65-68 which inclines at the include angle of 3 - 20 degrees to said flat side given in any 1 term.

[Claim 70]

It is the aligner which irradiates exposure light through a liquid at a substrate, and exposes said substrate. :

The optical member which has an end face in contact with said liquid, and said exposure light passes,

While supplying said liquid, it has the immersion device in which said liquids are collected.;

Said immersion device is an aligner which has the flat side arranged so that it may counter in parallel with said substrate, and so that the optical path of said exposure light may be surrounded, and the slant face which inclined to the flat side to the optical path of said exposure light on the outside of said flat side.

[Claim 71]

The aligner according to claim 70 with which said flat side and said slant face are formed continuously.

[Claim 72]

Said immersion device is the aligner according to claim 70 or 71 which can form the interface of the immersion field formed in the part on said substrate between said slant faces and said substrates.

[Claim 73]

Said slant face is the aligner of claim 70-72 which inclines at the include angle of 3 - 20 degrees to said flat side given in

any 1 term.

[Claim 74]

Said immersion device is the aligner of claim 70-73 which has recovery opening arranged so that it may counter with said substrate given in any 1 term.

[Claim 75]

Said recovery opening is an aligner according to claim 74 currently formed in the outside of said slant face to the optical path of said exposure light.

[Claim 76]

An aligner given in claims 50-69 by which the porous member is arranged at said recovery opening, and 74 or 75 any 1 terms.

[Claim 77]

It is the aligner according to claim 76 with which only liquids are collected from said recovery opening, without being accompanied by the gas.

[Claim 78]

The device manufacture approach using the aligner of claim 1 - claim 77 given in any 1 term.

[Claim 79]

It is the exposure approach which irradiates exposure light through an optical member and a liquid at a substrate, and exposes said substrate. :

A substrate is arranged so that it may counter with the end face of said optical member.;

A liquid is supplied to the space between the one direction of the plate member arranged so that the optical path of said exposure light may be surrounded between the end face of said optical member, and said substrate, and the end face of said optical member, and between the space between the end face of said optical member and said substrate and the another side side of said said plate member, and said substrates is filled with a liquid.;

In parallel to supply of said liquid, liquids are collected from arranged recovery opening so that it may counter with said substrate, and an immersion field is formed in the part on said substrate.;

The exposure approach which irradiates exposure light on said substrate and exposes said substrate through the liquid which forms an immersion field in the part on said substrate.

[Claim 80]

The another side side of said plate member is said substrate and the exposure approach including the flat side which counters according to claim 79 almost in parallel with the front face of said substrate.

[Claim 81]

Said recovery opening is the exposure approach according to claim 80 arranged to the optical path of said exposure light on the outside of said flat side.

[Claim 82]

Said plate member has opening which said exposure light passes,

the liquid of said plate member supplied to the space between a field and the end face of said optical member on the other hand -- said opening -- minding -- the exposure approach given in any 1 term of claims 79-81 which can flow into the space between the another side side of said plate member, and said substrate.

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[Field of the Invention]

[0001]

This invention relates to the aligner and the device manufacture approach of exposing a substrate through a liquid.

[Background of the Invention]

[0002]

A semiconductor device and a liquid crystal display device are manufactured by the technique of the so-called photolithography which imprints the pattern formed on the mask on a photosensitive substrate. The aligner used at this photolithography process has the mask stage which supports a mask, and the substrate stage which supports a substrate, and it imprints the pattern of a mask to a substrate through projection optics, moving serially on a mask stage and a substrate stage. Since it corresponds to much more high integration of a device pattern in recent years, the further high resolution-ization of projection optics is desired. The resolution of projection optics becomes so high that the numerical aperture of projection optics is so large that the exposure wavelength to be used is short. Therefore, exposure wavelength used with an aligner is short-wavelength-ized every year, and the numerical aperture of projection optics is also increasing. And although the exposure wavelength of the current mainstream is 248nm of KrF excimer laser, no less than 193nm of the ArF excimer laser of short wavelength is being put further in practical use. Moreover, in case it exposes, the depth of focus (DOF) as well as resolution becomes important. Resolution R and the depth of focus delta are expressed with the following formulas, respectively.

[0003]

$R = k_1 \text{ and } \lambda / NA \text{ -- (1)}$

$\Delta = k_2 \text{ and } \lambda / NA^2 \text{ -- (2)}$

Here, the numerical aperture of projection optics, and  $k_1$  and  $k_2$  is [  $\lambda$  of exposure wavelength and NA ] process multipliers. (1) In order to raise resolution R, when exposure wavelength  $\lambda$  is shortened and numerical aperture NA is enlarged from a formula and (2) types, it turns out that the depth of focus delta becomes narrow.

[0004]

When the depth of focus delta becomes narrow too much, it becomes difficult to make a substrate front face agree to the image surface of projection optics, and there is a possibility that the focal margins at the time of exposure actuation may run short. Then, the immersion method which considers as the approach of shortening exposure wavelength substantially and making the depth of focus large, for example, is indicated by the following patent reference 1 is proposed. This immersion method expands the depth of focus by about n times while it improves resolution using filling between the inferior surface of tongue of projection optics, and substrate front faces with liquids, such as water and an organic solvent, forming an immersion field, and the wavelength of the exposure light in the inside of a liquid being set to  $1/n$  in air (n being usually 1.2 to about 1.6 at the refractive index of a liquid).

[Patent reference 1] International public presentation/[ 99th ] No. 49504 pamphlet

[Description of the Invention]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]

[0005]

By the way, the scanning aligner which exposes to a substrate the pattern formed in the mask is known, carrying out the synchronized drive of a mask and the substrate to a scanning direction as indicated by the above-mentioned patent reference 1. In a scanning aligner, improvement in the speed of a scan speed (scan speed) is required for the purpose of the production disposition superiors of a device. However, when scan speed is accelerated, degradation of the exposure precision which it became difficult to maintain the conditions (magnitude etc.) of an immersion field in the request condition, as a result minded the liquid, and measurement precision is caused. Therefore, when scan speed is accelerated, it is required that the immersion field of a liquid should be maintained in the request condition.

[0006]

For example, if an immersion field cannot be maintained in the request condition but air bubbles and an opening (Void) are generated in a liquid, the exposure light which passes a liquid will not reach good on a substrate by the air bubbles or opening (Void), but un-arranging -- a defect arises to the pattern formed on a substrate -- will arise. Moreover, when forming an immersion field in the part on a substrate locally, performing supply and recovery of a liquid, it may become difficult to fully collect the liquids of an immersion field with improvement in the speed of scan speed. If a liquid is fully unrecoverable, the remains of adhesion (also when the so-called watermark and a following liquid are not water, the liquid's adhesion back is called a watermark) will be formed on a substrate of evaporation of the liquid which remained, for example on the substrate. A watermark may affect the photoresist on a substrate and the engine performance of the

device produced by the effect may deteriorate. Moreover, it may become difficult to maintain an immersion field in desired magnitude with improvement in the speed of scan speed. Moreover, the liquid of an immersion field may flow out with improvement in the speed of scan speed.

[0007]

This invention is made in view of such a situation, and it aims at offering the aligner which maintains an immersion field in the request condition and can carry out exposure processing good, the exposure approach, and the device manufacture approach using the aligner.

[Means for Solving the Problem]

[0008]

In order to solve the above-mentioned technical problem, this invention has adopted the configuration of the following matched with drawing 1 shown in the gestalt of operation - drawing 33. However, it does not pass over the sign with a parenthesis given to each element to instantiation of the element, and it does not limit each element.

[0009]

In the aligner which will irradiate exposure light (EL) on a substrate (P) through projection optics (PL) and a liquid (LQ), and will expose a substrate (P) if the 1st mode of this invention is followed It has the immersion devices (11, 21, etc.) in which liquids (LQ) are collected while supplying a liquid (LQ). An immersion device It has the formed slant face (2) so that it may counter with the front face of a substrate (P), and the aligner (EX) with which liquid recovery opening (22) of an immersion device is formed in the slant face (2) is offered.

[0010]

A big change of an interface configuration can also be suppressed stopping the movement magnitude of the interface (gas-liquid interface) of the liquid and the space of an outside of an immersion field, when the immersion field and substrate which were formed in the image surface side of projection optics are made displaced relatively, since liquid recovery opening of an immersion device is formed in the front face of a substrate, and the slant face which counters according to the 1st mode of this invention. Therefore, the conditions (magnitude etc.) of an immersion field are maintainable in the request condition. Moreover, since the flare of an immersion field can be stopped, miniaturization of the whole aligner can also be attained.

[0011]

In the aligner which will irradiate exposure light (EL) on a substrate (P) through projection optics (PL) and a substrate (P), and will expose a substrate (P) if the 2nd mode of this invention is followed It has the immersion devices (11, 21, etc.) in which liquids (LQ) are collected while supplying a liquid (LQ). An immersion device It has the flat part (75) formed so that it might become the front face of a substrate (P), and abbreviation parallel so that it may counter with the front face of a substrate (P). The flat part (75) of an immersion device It is arranged so that the projection field (AR1) where exposure light (EL) is irradiated may be surrounded between the end face (T1) by the side of the image surface of projection optics (PL), and a substrate (P). The liquid feed hopper (12) of an immersion device The aligner (EX) arranged to the projection field (AR1) where exposure light (EL) is irradiated on the outside of a flat part (75) is offered.

[0012]

the 2nd voice of this invention -- the small gap which will be formed between a substrate front face and a flat part if it depends like -- a near projection field -- and, since it can form so that a projection field may be surrounded Since sufficient small immersion field required for a wrap sake is not only maintainable, but the liquid feed hopper is prepared in the outside of a flat part in the projection field, mixing of the gas to the inside of the liquid which forms an immersion field is prevented, and it becomes possible to continue filling the optical path of exposure light with a liquid.

[0013]

In the aligner which will irradiate exposure light (EL) on a substrate (P) through projection optics (PL) and a liquid (LQ), and will expose a substrate (P) if the 3rd mode of this invention is followed It has the immersion devices (11, 21, etc.) in which liquids (LQ) are collected while supplying a liquid (LQ). An immersion device The liquid feed hopper which is prepared in the 1st location of the outside of the optical-path space of exposure light (EL), and supplies a liquid (LQ) (12), The aligner (EX) equipped with the guide member (172D) which guides liquid flow so that the liquid (LQ) supplied from the liquid feed hopper (12) may flow toward the 2nd different location from the 1st location of the outside of this optical-path space through optical-path space is offered.

[0014]

According to the 3rd mode of this invention, the liquid supplied from the liquid feed hopper prepared in the 1st location of the outside of the optical-path space of exposure light By the guide member, since it flows in the 2nd different location from the 1st location of the outside of optical-path space, inconvenient generating of a gas part (air bubbles) being formed into the liquid filled in the optical-path space of exposure light can be controlled, and a liquid can be maintained in the request condition.

[0015]

If the 4th mode of this invention is followed, it will be the aligner which irradiates exposure light (EL) through a liquid (LQ) at a substrate (P), and exposes a substrate (P). While supplying the optical system (PL) which the exposure light (EL) which it has a substrate (P) and the end face (T1) which counters, and is irradiated by the substrate (P) passes, and a liquid (LQ) It has the immersion devices (11, 21, etc.) in which liquids are collected. The immersion device It is arranged so that a substrate (P) may be countered in parallel between a substrate (P) and the end face (T1) of optical system. And it has the plate member (172D) which has the flat side (75) arranged so that the optical path of exposure light (EL) may be surrounded. While supplying a liquid (LQ) to the space (G2) between the end face (T1) of optical system, and a plate member (172D) from the feed hopper (12) prepared near the end face (T1) of optical system the location distant from the flat side 75 of a plate member to the optical path of exposure light (EL) -- and the aligner (EX) which collects liquids

from recovery opening (22) arranged so that it may counter with a substrate (P) is offered.

[0016]

Since according to the aligner of the 4th mode of this invention it is formed so that the minute gap between the flat side of a plate member and a substrate may enclose exposure light, and recovery opening of a liquid is arranged further on the outside of the flat side, the stable immersion field of a request condition is maintainable on a substrate. Moreover, since he is trying to supply a liquid to the space between a plate member and the end face of optical system, it is hard to generate air bubbles and an opening (Void) to the immersion field formed on the optical path of exposure light.

[0017]

Moreover, if the 5th mode of this invention is followed, it will be the aligner which irradiates exposure light (EL) through a liquid (LQ) at a substrate (P), and exposes a substrate (P). While supplying the optical member (LS1) which has an end face (T1) in contact with a liquid (LQ), and exposure light (EL) passes, and a liquid (LQ) It has the immersion devices (11, 21, etc.) in which liquids (LQ) are collected. The immersion device The aligner (EX) which has the flat side (75) arranged so that the optical path of exposure light (EL) may be surrounded, and the slant face (2 or 2") which inclined to the flat side to the optical path of exposure light (EL) on the outside of a flat side (75) is offered so that it may counter in parallel with a substrate (P).

[0018]

Since according to the aligner of the 5th mode of this invention it is formed so that the minute gap between the flat side of a plate member and a substrate may enclose exposure light, the stable immersion field of a request condition is maintainable on a substrate. Moreover, since the slant face is formed in the outside of the flat side, the flare of a liquid is controlled and exsorption of a liquid etc. can be prevented.

[0019]

If the 6th mode of this invention is followed, it will be the exposure approach which irradiates exposure light (EL) through an optical member (LS1) and a liquid (LQ) at a substrate (P), and exposes a substrate (P). On the other hand, the plate member (172D) which has arranged the substrate (P) so that it may counter with the end face (T1) of an optical member (LS1), and has been arranged so that the optical path of exposure light (EL) may be surrounded between the end face (T1) of an optical member and a substrate (P) A field, Supply a liquid to the space (G2) between the end faces (T1) of an optical member, fill between the end face (T1) of an optical member, the space between substrates (P) and the another side side of said said plate member, and said substrates with a liquid, and are concurrent with supply of the liquid. Liquids (LQ) are collected from recovery opening (22) arranged so that it may counter with a substrate (P). Through the liquid (LQ) which forms an immersion field (AR2) in the part on a substrate (P), and forms an immersion field (AR2) in the part on a substrate, exposure light is irradiated on a substrate and the exposure approach which exposes a substrate (P) is offered.

[0020]

Since according to the exposure approach of the 6th mode of this invention it is formed so that the minute gap between the flat side of a plate member and a substrate may enclose exposure light, the stable immersion field of a request condition is maintainable on a substrate. Moreover, since he is trying to supply a liquid to the space between the end faces of a plate member and an optical member, the air bubbles in the inside of the liquid in the optical path of exposure light and generating of an opening (Void) can be controlled.

[0021]

If the 7th mode of this invention is followed, the device manufacture approach using the aligner (EX) of the above-mentioned mode will be offered.

[0022]

Since according to the 7th mode of this invention exposure processing can be carried out good where the immersion field of a liquid is maintained in the request condition even when scan speed is accelerated, the device which has the desired engine performance can be manufactured with high productive efficiency.

[Effect of the Invention]

[0023]

Since according to this invention the immersion field of a liquid can be maintained in the request condition when scan speed is accelerated, exposure processing can be performed efficiently good.

[Best Mode of Carrying Out the Invention]

[0024]

Although explained hereafter, referring to a drawing about the operation gestalt of this invention, this invention is not limited to this.

[0025]

<The 1st operation gestalt>

Drawing 1 is the outline block diagram showing the 1st operation gestalt of the aligner concerning this invention. In drawing 1, Aligner EX holds Mask M. The movable mask stage MST The illumination-light study system IL which illuminates the mask M which holds Substrate P and is held in the movable substrate stage PST and a movable mask stage MST with the exposure light EL It has the control unit CONT which carries out generalization control of the actuation of the projection optics PL which carries out projection exposure of the pattern image of the mask M illuminated with the exposure light EL at the substrate P currently held on the substrate stage PST, and the whole aligner EX.

[0026]

The aligner EX of this operation gestalt is equipped with the immersion device 1 in which are the immersion aligner which applied the immersion method in order to shorten exposure wavelength substantially, and to make the depth of

focus large substantially, while improving resolution, and Liquids LQ are collected while supplying Liquid LQ. The immersion device 1 is equipped with the liquid feeder style 10 which supplies Liquid LQ to the image surface side of projection optics PL, and the liquid recovery device 20 in which the liquids LQ supplied at liquid feeder guard 10 are collected. Aligner EX forms locally the larger and immersion field AR 2 smaller than Substrate P than the projection field AR 1 in the part on the substrate P which includes the projection field AR 1 of projection optics PL with the liquid LQ supplied from the liquid feeder style 10, while imprinting the pattern image of Mask M on Substrate P at least. The partial immersion method which fills Liquid LQ is used for Aligner EX between the optical element LS 1 of the image surface side edge section of projection optics PL, and the substrate P front face arranged at that image surface side, and, specifically, it carries out projection exposure of the pattern of Mask M at Substrate P by irradiating the exposure light EL which passed Mask M through this projection optics PL, and Liquid LQ and projection optics PL between Substrates P at Substrate P. A control unit CONT is carrying out specified quantity recovery of the liquid LQ on Substrate P using the liquid recovery device 20, and forms the immersion field AR 2 of Liquid LQ locally on Substrate P while it carries out specified quantity supply of the liquid LQ on Substrate P using the liquid feeder style 10.

[0027]

The nozzle member 70 near the image surface of projection optics PL behind explained in full detail near the optical element LS 1 of the image surface side edge section of projection optics PL is specifically arranged. The nozzle member 70 is an annular member prepared so that the surroundings of an optical element LS 1 might be surrounded [ above Substrate P (substrate stage PST) ]. In this operation gestalt, the nozzle member 70 constitutes a part of immersion device 1.

[0028]

With this operation gestalt, carrying out a synchronized drive for being suitable (hard flow), as an aligner EX, the case where the scanning aligner (the so-called scanning stepper) which exposes a mutually different pattern [ in / for Mask M and Substrate P / a scanning direction ] formed in Mask M to Substrate P is used is made into an example, and it explains. Let [ the direction which is in agreement with the optical axis AX of projection optics PL ] a direction (non-scanning direction) perpendicular to X shaft orientations, Z shaft orientations, and X shaft orientations be Y shaft orientations for the direction of a synchronized drive of Mask M and Substrate P (scanning direction) in the following explanation in a flat surface perpendicular to Z shaft orientations and Z shaft orientations. Moreover, let the rotation (inclination) directions of the circumference of the X-axis, a Y-axis, and the Z-axis be  $\theta_X$ ,  $\theta_Y$ , and  $\theta_Z$  direction, respectively.

[0029]

Aligner EX is equipped with the base BP prepared on the floor line, and the Maine column 9 installed on the base BP. The top step 7 and the bottom step 8 which project towards the inside are formed in the Maine column 9. The illumination-light study system IL illuminates the mask M currently supported by the mask stage MST with the exposure light EL, and is supported by the support frame 3 fixed to the upper part of the Maine column 9.

[0030]

The illumination-light study system IL has the adjustable field diaphragm which sets up the lighting field on the condensing lens which condenses the exposure light EL from an optical integrator and an optical integrator which equalizes the illuminance of the flux of light injected from the light source for exposure, and the light source for exposure, a relay lens system, and the mask M by the exposure light EL in the shape of a slit. The predetermined lighting field on Mask M is illuminated by the illumination-light study system IL with the exposure light EL of uniform illumination distribution. As an exposure light EL injected from the illumination-light study system IL, vacuum-ultraviolet light (VUV light), such as far-ultraviolet light (DUV light), such as the bright line (g line, h line, i line), KrF excimer laser light (wavelength of 248nm), etc. which are injected, for example from a mercury lamp, and ArF excimer laser light (wavelength of 193nm), F2 laser beam (wavelength of 157nm), etc. is used. ArF excimer laser light is used in this operation gestalt.

[0031]

In this operation gestalt, pure water is used as a liquid LQ. Pure water can penetrate not only ArF excimer laser light but far-ultraviolet light (DUV light), such as the bright line (g line, h line, i line), KrF excimer laser light (wavelength of 248nm), etc. which are injected from a mercury lamp.

[0032]

The mask stage MST holds Mask M and is movable. A mask stage MST holds Mask M by vacuum adsorption (or electrostatic adsorption). Two or more gas bearings (air bearing) 85 which are non-contact bearing are formed in the inferior surface of tongue of a mask stage MST. Non-contact support of the mask stage MST is carried out by the air bearing 85 to the top face (guide side) of the mask surface plate 4. The openings MK1 and MK2 which pass the pattern image of Mask M are formed in the center section of a mask stage MST and the mask surface plate 4, respectively. The mask surface plate 4 is supported by the top step 7 of the Maine column 9 through the vibration isolator 86. That is, the mask stage MST has composition supported by the Maine column 9 (top step 7) through the vibration isolator 86 and the mask surface plate 4. Moreover, the mask surface plate 4 and the Maine column 9 are separated by the vibration isolator 86 in vibration so that vibration of the Maine column 9 may not get across to the mask surface plate 4 which supports a mask stage MST.

[0033]

the condition which held Mask M by the drive of the mask stage driving gear MSTG containing the linear motor with which a mask stage MST is controlled by the control device CONT -- it is -- the mask surface plate 4 top -- setting -- the inside of a flat surface perpendicular to the optical axis AX of projection optics PL, i.e., XY flat surface, -- two-dimensional -- very small to movable and  $\theta_Z$  direction -- it is pivotable. The mask stage MST has become movable

with the scan speed specified as X shaft orientations, and has the migration stroke of X shaft orientations to which the whole surface of Mask M can cross the optical axis AX of projection optics PL at least.

[0034]

The migration mirror 81 is formed on the mask stage MST. Moreover, the laser interferometer 82 is formed in the location which counters the migration mirror 81. The location of the two-dimensional direction of the mask M on a mask stage MST and the angle of rotation (depending on the case, the angle of rotation of thetaX and the direction of thetaY is also included) of theta Z direction are measured on real time by the laser interferometer 82. The measurement result of a laser interferometer 82 is outputted to a control unit CONT. A control device CONT drives the mask stage driving gear MSTD based on the measurement result of a laser interferometer 82, and performs position control of the mask M currently held in the mask stage MST.

[0035]

Projection optics PL carries out projection exposure of the pattern of Mask M for the predetermined projection scale factor beta at Substrate P, it consists of two or more optical elements containing the optical element LS 1 prepared in the point by the side of Substrate P, and these optical elements are supported by Lens-barrel PK. In this operation gestalt, the projection scale factor beta of projection optics PL is the contraction system of 1/4, 1/5, or 1/8. In addition, any of unit systems and an expansion system are sufficient as projection optics PL. Moreover, projection optics PL may be any of the reflective refractive media containing a refraction component and a reflective component, the refractive media which do not contain a reflective component, and the reflective system which does not contain a refraction component. Moreover, the optical element LS 1 of the point of the projection optics PL of this operation gestalt is exposed from Lens-barrel PK, and the liquid LQ of the immersion field AR 2 contacts the optical element LS 1.

[0036]

Flange PF is formed in the periphery holding projection optics PL of Lens-barrel PK, and projection optics PL is supported by the lens-barrel surface plate 5 through this flange PF. The lens-barrel surface plate 5 is supported by the bottom step 8 of the Maine column 9 through the vibration isolator 87. That is, projection optics PL has composition supported by the Maine column 9 (bottom step 8) through the vibration isolator 87 and the lens-barrel surface plate 5. Moreover, the lens-barrel surface plate 5 and the Maine column 9 are separated by the vibration isolator 87 in vibration so that vibration of the Maine column 9 may not get across to the lens-barrel surface plate 5 which supports projection optics PL.

[0037]

The substrate stage PST is movable in support of the substrate holder PH holding Substrate P. The substrate holder PH holds Substrate P for example, by vacuum adsorption etc. Two or more gas bearings (air bearing) 88 which are non-contact bearing are formed in the inferior surface of tongue of the substrate stage PST. Non-contact support of the substrate stage PST is carried out by the air bearing 88 to the top face (guide side) of the substrate surface plate 6. The substrate surface plate 6 is supported through the vibration isolator 89 on Base BP. Moreover, the substrate surface plate 6, the Maine column 9, and Base BP (floor line) are separated by the vibration isolator 89 in vibration so that vibration of Base BP (floor line) or the Maine column 9 may not get across to the substrate surface plate 6 which supports the substrate stage PST.

[0038]

the condition which held Substrate P through the substrate holder PH by the drive of the substrate stage driving gear PSTD containing the linear motor with which the substrate stage PST is controlled by the control device CONT -- it is -- the substrate surface plate 6 top -- setting -- the inside of XY flat surface -- two-dimensional -- minute to movable and theta Z direction -- it is pivotable. Furthermore, the substrate stage PST is movable also in Z shaft orientations, the direction of thetaX, and the direction of thetaY.

[0039]

The migration mirror 83 is formed on the substrate stage PST. Moreover, the laser interferometer 84 is formed in the location which counters the migration mirror 83. The location of the two-dimensional direction of the substrate P on the substrate stage PST and an angle of rotation are measured on real time by the laser interferometer 84. Moreover, Aligner EX is equipped with the focal leveling detection system which detects the positional information of the front face of the substrate P currently supported by the substrate stage PST although not illustrated. As a focal leveling detection system, the oblique incidence method which irradiates detection light from the direction of slant, or the method using a capacitive type sensor is employable as the front face of Substrate P. A focal leveling detection system detects the positional information of Z shaft orientations of a substrate P front face, thetaX of Substrate P, and the inclination information on the direction of thetaY through Liquid LQ, without minding Liquid LQ. In the case of the focal leveling detection system which detects the field information on a substrate P front face, without minding a liquid LQ 1, the field information on a substrate P front face may be detected in the location distant from projection optics PL. The aligner which detects the field information on a substrate P front face in the location distant from projection optics PL is indicated by U.S. Pat. No. 6,674,510.

[0040]

The measurement result of a laser interferometer 84 is outputted to a control unit CONT. The detection result of a focal leveling detection system is also outputted to a control unit CONT. It performs position control in X shaft orientations and Y shaft orientations of Substrate P based on the measurement result of a laser interferometer 84 while a control device CONT drives the substrate stage driving gear PSTD, controls the focal location and tilt angle of Substrate P based on the detection result of a focal leveling detection system and doubles the front face of Substrate P with the image surface of projection optics PL.

[0041]



The crevice 90 is formed on the substrate stage PST, and the substrate holder PH for holding Substrate P is arranged in the crevice 90. And top faces 91 other than crevice 90 are the flat sides (flat part) which become the almost same height (flat-tapped) as the front face of the substrate P held at the substrate holder PH among the substrate stages PST. Moreover, in this operation gestalt, the top face of the migration mirror 83 is also prepared almost flat-tapped with the top face 91 of the substrate stage PST.

[0042]

Since there is almost no level difference section in the outside of the edge section of Substrate P when carrying out immersion exposure of the edge field of Substrate P, since the substrate P front face and the almost flat-tapped top face 91 were established in the perimeter of Substrate P, Liquid LQ can be held and the immersion field AR 2 can be formed in the image surface side of projection optics PL good. Moreover, although an about 0.1-2mm clearance is between the edge section of Substrate P, and the flat side (top face) 91 established in the perimeter of the substrate P, also when Liquid LQ hardly flows into the clearance with the surface tension of Liquid LQ and it exposes near the periphery of Substrate P, Liquid LQ can be held under projection optics PL by the top face 91.

[0043]

The liquid feeder style 10 of the immersion device 1 is for supplying Liquid LQ to the image surface side of projection optics PL, and is equipped with the liquid feed zone 11 which can send out Liquid LQ, and the supply pipe 13 which connects the end section to the liquid feed zone 11. The other end of a supply pipe 13 is connected to the nozzle member 70. In this operation gestalt, the liquid feeder style 10 supplies pure water, and the liquid feed zone 11 is equipped with the water purifying apparatus, the temperature control unit which adjusts the temperature of Liquid (pure water) LQ to supply. In addition, as long as it fulfills predetermined water quality conditions, you may make it use the water purifying apparatus (power usage) of the works where Aligner EX is arranged, without forming a water purifying apparatus in Aligner EX. Moreover, a facility of works etc. may be used instead, without also forming the temperature control unit which adjusts the temperature of Liquid (pure water) LQ in Aligner EX. Actuation of the liquid feeder style 10 (liquid feed zone 11) is controlled by the control unit CONT. In order to form the immersion field AR 2 on Substrate P, the liquid feeder style 10 carries out specified quantity supply of the liquid LQ under control of a control unit CONT on the substrate P arranged at the image surface side of projection optics PL.

[0044]

Moreover, in the middle of the supply pipe 13, it is sent out from the liquid feed zone 11, and the rate controller 16 called the massflow controller which controls the amount of liquids per [ which is supplied to the image surface side of projection optics PL ] unit time amount is formed. Control of the liquid amount of supply by the rate controller 16 is performed under the command signal of a control unit CONT.

[0045]

The liquid recovery device 20 of the immersion device 1 is for collecting the liquids LQ by the side of the image surface of projection optics PL, and is equipped with the liquid stripping section 21 which can collect Liquids LQ, and the recovery tubing 23 which connects the end section to the liquid stripping section 21. The other end of the recovery tubing 23 is connected to the nozzle member 70. The liquid stripping section 21 is equipped with the vapor-liquid-separation machine which separates a vacuum system (aspirator), and the collected liquid LQ and gases, such as a vacuum pump, the tank which holds the collected liquid LQ. In addition, you may make it use a facility of the works where Aligner EX is arranged, without preparing at least parts, such as a vacuum system, a vapor-liquid-separation machine, and a tank, in Aligner EX. Actuation of the liquid recovery device 20 (liquid stripping section 21) is controlled by the control unit CONT. In order to form the immersion field AR 2 on Substrate P, the liquid recovery device 20 carries out specified quantity recovery of the liquid LQ on the substrate P supplied from the liquid feeder style 10 under control of a control unit CONT.

[0046]

The nozzle member 70 is held at the nozzle holder 92, and the nozzle holder 92 is connected to the bottom step 8 of the Maine column 9. The Maine column 9 which is supporting the nozzle member 70 through a nozzle holder 92, and the lens-barrel surface plate 5 which is supporting the lens-barrel PK of projection optics PL through Flange PF are separated in vibration through the vibration isolator 87. Therefore, it is prevented that vibration generated in the nozzle member 70 is transmitted to projection optics PL. Moreover, the Maine column 9 which is supporting the nozzle member 70 through a nozzle holder 92, and the substrate surface plate 6 which is supporting the substrate stage PST are separated in vibration through a vibration isolator 89. Therefore, it is prevented that vibration generated in the nozzle member 70 is transmitted to the substrate stage PST through the Maine column 9 and Base BP. Moreover, the Maine column 9 which is supporting the nozzle member 70 through a nozzle holder 92, and the mask surface plate 4 which is supporting the mask stage MST are separated in vibration through the vibration isolator 86. Therefore, it is prevented that vibration generated in the nozzle member 70 is transmitted to a mask stage MST through the Maine column 9.

[0047]

Next, the nozzle member 70 which constitutes the immersion device 1 and a part of its immersion device 1 is explained, referring to drawing 2, drawing 3, and drawing 4. The fracture Fig. and the perspective view as which drawing 3 regarded the nozzle member 70 from the bottom of the outline perspective view in which drawing 2 shows about 70 nozzle member, and drawing 4 are sectional side elevations in part.

[0048]

The nozzle member 70 is arranged near the optical element LS 1 of the image surface side point of projection optics PL, and is an annular member prepared so that the surroundings of an optical element LS 1 might be surrounded [ above Substrate P (substrate stage PST) ]. The nozzle member 70 has hole 70H which can arrange projection optics PL (optical element LS 1) in the center section. The gap is prepared between the medial surface of hole 70H of the nozzle member

70, and the side face of the optical element LS 1 of projection optics PL. A gap is prepared in order to separate the optical element LS 1 and the nozzle member 70 of projection optics PL in vibration. What vibration generated in the nozzle member 70 transmits to a projection optics PL (optical element LS 1) side directly by this is prevented.

[0049]

In addition, the medial surface of hole 70H of the nozzle member 70 is liquid repellance (water repellence) to Liquid LQ, and permeation of the liquid LQ to the gap of the side face of projection optics PL and the medial surface of the nozzle member 70 is controlled.

[0050]

The liquid feed hopper 12 which supplies Liquid LQ, and the liquid recovery opening 22 which collects Liquids LQ are formed in the inferior surface of tongue of the nozzle member 70. Moreover, the feeder current way 14 linked to the liquid feed hopper 12 and the recovery passage 24 linked to the liquid recovery opening 22 are formed in the interior of the nozzle member 70. Moreover, the other end of a supply pipe 13 is connected to the feeder current way 14, and the other end of the recovery tubing 23 is connected to the recovery passage 24. The liquid feed hopper 12, the feeder current way 14, and a supply pipe 13 constitute a part of liquid feeder style 10, and the liquid recovery opening 22, the recovery passage 24, and the recovery tubing 23 constitute a part of liquid recovery device 20.

[0051]

[ above the substrate P supported by the substrate stage PST ], the liquid feed hopper 12 is formed so that it may counter with the substrate P front face. It is separated from the liquid feed hopper 12 and the substrate P front face of predetermined distance. The liquid feed hopper 12 is arranged so that the projection field AR 1 of projection optics PL where the exposure light EL is irradiated may be surrounded. In this operation gestalt, the liquid feed hopper 12 is formed in the shape of [ annular ] a slit on the inferior surface of tongue of the nozzle member 70 so that the projection field AR 1 may be surrounded. Moreover, in this operation gestalt, the projection field AR 1 is set up in the shape of [ which makes a longitudinal direction Y shaft orientations (non-scanning direction) ] a rectangle.

[0052]

The feeder current way 14 is equipped with buffer passage section 14H by which the part was connected to the other end of a supply pipe 13, and inclination passage section 14S which connected the upper limit section to buffer passage section 14H, and connected the lower limit section to the liquid feed hopper 12. Inclination passage section 14S have a configuration corresponding to the liquid feed hopper 12, and the cross section along the XY flat surface is formed in the shape of [ surrounding an optical element LS 1 / annular ] a slit. Inclination passage section 14S have whenever [ according to the side face of the optical element LS 1 arranged at the inside / tilt-angle ], and they are formed so that spacing with the front face of Substrate P may become large, as it separates from the optical axis AX of projection optics PL (optical element LS 1) in side cross sectional view.

[0053]

Buffer passage section 14H are prepared in the outside so that the upper limit section of inclination passage section 14S may be surrounded, and they are the space section formed so that it might spread in the XY direction (horizontal). The inside (optical-axis AX side) of buffer passage section 14H and the upper limit section of inclination passage section 14S are connected, and the connection is the corner of a street section 17. And the bank section 15 near the connection (corner of a street section) 17 formed in the field inside buffer passage section 14H (optical-axis AX side) so that the upper limit section of inclination passage section 14S might be surrounded is specifically formed. The bank section 15 is formed so that it may project in + Z direction from the base of buffer passage section 14H. Of the bank section 15, 14 Ns of narrow parts of the channel narrower than buffer passage section 14H are formed.

[0054]

In this operation gestalt, the nozzle member 70 is formed combining the part I material 71 and the part II material 72. The 1st and the part II material 71 and 72 can be formed with aluminum, titanium, stainless steel, duralumin, or the alloy containing these [ at least two ].

[0055]

Top-plate section 71B by which the part I material 71 connected the outside edge to the predetermined location of the upper part of side plate section 71A and side plate section 71A, It has inclination Itabe 71C which connected the upper limit section to the inside edge of top-plate section 71B, and bottom plate section 71D (refer to drawing 3 ) linked to the lower limit section of inclination Itabe 71C, and it is joined mutually and each [ these ] \*\*\*\* is unified. The part II material 72 has top-plate section 72B which connected the outside edge to the upper limit section of the part I material 71, inclination Itabe 72C which connected the upper limit section to the inside edge of top-plate section 72B, and bottom plate section 72D linked to the lower limit section of inclination Itabe 72C, it is joined mutually and each [ these ] \*\*\*\* is unified. And the base of buffer passage section 14H is formed of top-plate section 71B of the part I material 71, and the head-lining side of buffer passage section 14H is formed of the inferior surface of tongue of top-plate section 72B of the part II material 72. Moreover, the base of inclination passage section 14S is formed of the top face (field suitable for an optical element LS 1 side) of inclination Itabe 71C of the part I material 71, and the head-lining side of inclination passage section 14S is formed of the inferior surface of tongue (field it turns [ field ] to the opposite side in an optical element LS 1) of inclination Itabe 72C of the part II material 72. Each of inclination Itabe 71C of the part I material 71 and inclination Itabe 72C of the part II material 72 is formed in the shape of a earthenware mortar. The slit-like feeder current way 14 is formed by combining these [ 1st ] and the part II material 71 and 72. Moreover, the outside of buffer passage section 14H is blockaded by the up field of side plate section 71A of the part I material 71, and the top face of inclination Itabe 72C of the part II material 72 has countered with the side face of an optical element LS 1.

[0056]

[ above the substrate P supported by the substrate stage PST ], the liquid recovery opening 22 is formed so that it may

counter with the substrate P front face. It is separated from the liquid recovery opening 22 and a substrate P front face of predetermined distance. The liquid recovery opening 22 is left and formed in the outside of the liquid feed hopper 12 rather than the liquid feed hopper 12 to the projection field AR 1 to the projection field AR 1 of projection optics PL, and it is formed so that the liquid feed hopper 12 and the projection field AR 1 may be surrounded. The space section 24 which carries out opening is specifically formed downward of side plate section 71A of the part I material 71, top-plate section 71B, and inclination Itabe 71C, the liquid recovery opening 22 is formed of said opening of the space section 24, and the recovery passage 24 is formed of said space section 24. And the other end of the recovery tubing 23 is connected to a part of recovery passage (space section) 24.

[0057]

The porous member 25 which has two or more holes to the liquid recovery opening 22 so that the liquid recovery opening 22 may be covered is arranged. The porous member 25 is constituted by the mesh member with two or more holes. The mesh member which had the honeycomb pattern which consists of two or more abbreviation hexagon-like holes, for example formed as a porous member 25 can constitute. The porous member 25 is formed in the shape of sheet metal, for example, has the thickness of about 100 micrometers.

[0058]

The porous member 25 can be formed by performing perforation processing to the plate member used as the base material of the porous member which consists of stainless steel (for example, SUS316) etc. Moreover, it is also possible to arrange the porous member 25 of the shape of two or more sheet metal in piles to the liquid recovery opening 22. Moreover, surface treatment for raising the surface treatment for stopping the elution of the impurity to Liquid LQ or lyophilic to the porous member 25 may be performed. As such surface treatment, the processing which adheres chrome oxide to the porous member 25 is mentioned, for example, "GOLDEP" processing of a \*\*\*\*, Inc. environmental solution or "GOLDEP WHITE" processing is mentioned. By performing such surface treatment, it can prevent un-arranging [ of an impurity being eluted into Liquid LQ from the porous member 25 ]. Moreover, surface treatment mentioned above to the nozzle member 70 (1st [ the ], part II material 71 and 72) may be performed. Moreover, the elution of the impurity to the 1st liquid LQ 1 may form the porous member 25 using few ingredients (titanium etc.).

[0059]

The nozzle member 70 is a plane view square-like. As shown in drawing 3, the liquid recovery opening 22 is formed on the inferior surface of tongue of the nozzle member 70 in the shape of a plane view frame (the shape of a character of opening) so that the projection field AR 1 and the liquid feed hopper 12 may be surrounded. And the porous sheet metal-like member 25 is arranged at the liquid recovery opening 22. Moreover, between the liquid recovery opening 22 (porous member 25) and the liquid feed hopper 12, bottom plate section 71D of the part I material 71 is arranged. The liquid feed hopper 12 is formed in the shape of [ plane view annular ] a slit between bottom plate section 71D of the part I material 71, and bottom plate section 72D of the part II material 72.

[0060]

The substrate P of bottom plate section 71D and each 72D and the field (inferior surface of tongue) which counters are XY flat surface and an parallel flat side among the nozzle members 70. that is, the nozzle member 70 counters with the front face (XY flat surface) of the substrate P supported by the substrate stage PST -- as -- and the front face of Substrate P and abbreviation -- it has composition equipped with the bottom plate sections 71D and 72D which have the inferior surface of tongue formed so that it might become parallel. Moreover, in this operation gestalt, the inferior surface of tongue of bottom plate section 71D and the inferior surface of tongue of bottom plate section 72D are abbreviation flush, and a gap with the substrate P front face arranged on the substrate stage PST serves as a part which becomes the smallest. Thereby, Liquid LQ can be held good between the inferior surface of tongue of the bottom plate sections 71D and 72D, and Substrate P, and the immersion field AR 2 can be formed. in the following explanation, it counters with the front face of Substrate P -- as -- and the front face (XY flat surface) of Substrate P and abbreviation -- the inferior surface of tongue (flat part) of the formed bottom plate sections 71D and 72D is doubled so that it may become parallel, and "the land side 75" is called suitably.

[0061]

The land side 75 is a field arranged in the location nearest to the substrate P supported by the substrate stage PST among the nozzle members 70. In addition, although the inferior surface of tongue of bottom plate section 71D and the inferior surface of tongue of bottom plate section 72D are doubled and it is considering as the land side 75 in this operation gestalt since the inferior surface of tongue of bottom plate section 71D and the inferior surface of tongue of bottom plate section 72D serve as abbreviation flush The part by which bottom plate section 71D is arranged also arranges the porous member 25, it is good also as liquid recovery opening, and only the inferior surface of tongue of bottom plate section 72D turns into the land side 75 in this case.

[0062]

The porous member 25 has the substrate P supported by the substrate stage PST and the inferior surface of tongue 2 which counters. And the porous member 25 is formed in the liquid recovery opening 22 so that the inferior surface of tongue 2 may incline to the front face (namely, XY flat surface) of the substrate P supported by the substrate stage PST. That is, the porous member 25 prepared in the liquid recovery opening 22 has the front face of the substrate P supported by the substrate stage PST, and the slant face (inferior surface of tongue) 2 which counters. Liquids LQ are collected through the slant face 2 of the porous member 25 arranged at the liquid recovery opening 22. Therefore, the liquid recovery opening 22 has composition formed in the slant face 2. If it puts in another way, in this operation gestalt, the whole slant face will function as liquid recovery opening 22. Moreover, since the liquid recovery opening 22 is formed so that the projection field AR 1 where the exposure light EL is irradiated may be surrounded, the slant face 2 of the porous member 25 arranged at the liquid recovery opening 22 has composition formed so that the projection field AR 1

might be surrounded.

[0063]

The slant face 2 of Substrate P and the porous member 25 which counters is formed so that spacing with the front face of Substrate P may become large, as it separates from the optical axis AX of projection optics PL (optical element LS 1). As shown in drawing 3, in this operation gestalt, the liquid recovery opening 22 is formed in a plane view hollow square shape, and the porous members 25A-25D of four sheets are combined with the liquid recovery opening 22, and it is arranged. Among these, making the front face and XZ flat surface intersect perpendicularly, the porous members 25A and 25C arranged to the projection field AR 1 at each of X shaft-orientations (scanning direction) both sides are arranged so that spacing with the front face of Substrate P may become large, as it separates from an optical axis AX. Moreover, making the front face and YZ flat surface intersect perpendicularly, the porous members 25B and 25D arranged to the projection field AR 1 at each of the both sides of Y shaft orientations are arranged so that spacing with the front face of Substrate P may become large, as it separates from an optical axis AX.

[0064]

The tilt angle of the inferior surface of tongue 2 of the porous member 25 to XY flat surface is set up among 3 - 20 degrees in consideration of the viscosity of Liquid LQ, the contact angle of the liquid LQ in a substrate P front face, etc. In addition, in this operation gestalt, the tilt angle is set as 7 times.

[0065]

The inferior surface of tongue of bottom plate section 71D and the lower limit section of side plate section 71A which were connected to the lower limit section of inclination Itabe 71C of the part 1 material are prepared in the almost same location (height) in Z shaft orientations. Moreover, the porous member 25 is attached in the liquid recovery opening 22 of the nozzle member 70 so that the common-law marriage section of the slant face 2 and the inferior surface of tongue (land side 75) of bottom plate section 71D may become the almost same height, and so that the common-law marriage section of a slant face 2 and the inferior surface of tongue (land side 75) of bottom plate section 71D may continue. That is, the land side 75 is continuously formed with the slant face 2 of the porous member 25. Moreover, the porous member 25 is arranged so that spacing with the front face of Substrate P may become large, as it separates from an optical axis AX. And the wall 76 formed of some fields of the lower part of side plate section 71A is formed in the outside of the rim section of a slant face 2 (porous member 25). As the porous member 25 (slant face 2) is surrounded, a wall 76 is formed in the periphery, is prepared in the outside of the liquid recovery opening 22 to the projection field AR 1, and is for controlling exsorption of Liquid LQ.

[0066]

A part of bottom plate section 72D which forms the land side 75 is arranged about Z shaft orientations between the end face T1 by the side of the image surface of the optical element LS 1 of projection optics PL (inferior surface of tongue), and Substrate P. That is, a part of land side 75 dives into the bottom of the inferior surface of tongue (end face) T1 of the optical element LS 1 of projection optics PL. Moreover, the opening 74 which the exposure light EL passes is formed in the center section of bottom plate section 72D which forms the land side 75. Opening 74 has the configuration according to the projection field AR 1, and is formed in the shape of [ which makes a longitudinal direction Y shaft orientations (non-scanning direction) in this operation gestalt ] an ellipse. Opening 74 is formed more greatly than the projection field AR 1, and the exposure light EL which passed projection optics PL can reach on Substrate P, without being interrupted by bottom plate section 72D. That is, in the location which does not bar the optical path of the exposure light EL, it dives into the bottom of the end face T1 of projection optics PL, and as crowded, a part of land side [ at least ] 75 is arranged, so that the optical path of the exposure light EL may be surrounded. If it puts in another way, a part of land side [ at least ] 75 is arranged so that the projection field AR 1 may be surrounded between the end face T1 by the side of the image surface of projection optics PL, and Substrate P. Moreover, bottom plate section 72D makes the inferior surface of tongue the land side 75, it is arranged so that it may counter with the front face of Substrate P, and the inferior surface of tongue T1 and Substrate P of an optical element LS 1 are formed so that it may not contact. In addition, edge section 74E of opening 74 may be a right angle-like, may be formed in the acute angle, and may be formed in the shape of radii.

[0067]

And the land side 75 has composition arranged between the projection field AR 1 and the slant face 2 of the porous member 25 arranged at the liquid recovery opening 22. The liquid recovery opening 22 has composition which is the outside of the land side 75, and has been arranged so that the land side 75 may be surrounded to the projection field AR 1. That is, the liquid recovery opening 22 is arranged so that a land side may be surrounded in the location distant from the land side 75 to the optical path of the exposure light EL. Moreover, the liquid feed hopper 12 also has composition arranged to the projection field AR 1 on the outside of the land side 75. The liquid feed hopper 12 has composition prepared between the projection field AR 1 of projection optics PL, and the liquid recovery opening 22, and the liquid LQ for forming the immersion field AR 2 is supplied through the liquid feed hopper 12 between the projection field AR 1 of projection optics PL, and the liquid recovery opening 22. In addition, the number of the liquid feed hopper 12 and the liquid recovery openings 22, a location, and a configuration should just be the configurations that it is not restricted to what is stated with this operation gestalt, but the immersion field AR 2 can be maintained in the request condition. For example, the liquid recovery opening 22 may be arranged so that the land side 75 may not be surrounded. In this case, you may make it form the liquid recovery opening 22 only in the predetermined field of the both sides of a non-scanning direction (the direction of Y) among the inferior surfaces of tongue of the nozzle member 70 to the predetermined field of the both sides of a scanning direction (the direction of X), or the projection field AR 1 to the projection field AR 1.

[0068]

As mentioned above, the land side 75 is arranged between the inferior surface of tongue T1 of an optical element LS 1, and Substrate P, and the distance of a substrate P front face and the inferior surface of tongue T1 of an optical element

LS 1 is longer than the distance of a substrate P front face and the land side 75. that is, the inferior surface of tongue T1 of an optical element LS 1 is formed in the location higher than the land side 75 (Substrate P -- receiving -- a long distance -- like). In this operation gestalt, the inferior surface of tongue T1 of an optical element LS 1 and the distance with Substrate P are about 3mm, and the distance of the land side 75 and Substrate P is about 1mm. And the liquid LQ of the immersion field AR 2 contacts the land side 75, and the liquid LQ of the immersion field AR 2 also contacts the inferior surface of tongue T1 of an optical element LS 1. That is, the land side 75 and the inferior surface of tongue T1 are the liquid LQ of the immersion field AR 2, and the liquid contact surface which contacts.

[0069]

The liquid contact surface T1 of the optical element LS 1 of projection optics PL has lyophilic (hydrophilic property). In this operation gestalt, lyophilic-ized processing is performed to the liquid contact surface T1, and the liquid contact surface T1 of an optical element LS 1 serves as lyophilic by the lyophilic-ized processing. Moreover, the land side 75 is also lyophilic-ization-processed and it has lyophilic. In addition, liquid repelling processing is carried out and a part of land side 75 (for example, inferior surface of tongue of bottom plate section 71D) may have liquid repellance. Of course, as mentioned above, the part I material 71 and the part II material 72 may be formed with a lyophilic ingredient, and you may give lyophilic to the land side 75.

[0070]

As lyophilic-ized processing for making lyophilic the predetermined member of the liquid contact surface T1 grade of an optical element LS 1, processing of making the lyophilic ingredient of MgF<sub>2</sub>, aluminum 2O<sub>3</sub>, and SiO<sub>2</sub> grade adhere etc. is mentioned, for example. Or since the liquid LQ in this operation gestalt is polar large water, it is forming a thin film as lyophilic-ized processing (hydrophilization processing) by the matter of the polar large molecular structure which had OH radicals, such as alcohol, for example, and can also give lyophilic (hydrophilic property). moreover -- since these fluoride or a quartz has high compatibility with water, even if it does not perform lyophilic-ized processing by forming an optical element LS 1 with fluoride or a quartz -- lyophilic [ good ] -- it can obtain -- the liquid contact surface (end face) T1 of an optical element LS 1 -- Liquid LQ can be mostly stuck on the whole surface.

[0071]

Moreover, as liquid repelling processing in the case of making a part of land side 75 into liquid repellance, processing of making liquid repellance ingredients, such as fluoro-resin ingredients, such as polytetrafluoroethylene (Teflon (trademark)), an acrylic resin ingredient, and a silicon system resin ingredient, adhere etc. is mentioned, for example. Moreover, it can prevent un-arranging [ the outflow of the liquid LQ to the substrate P outside under immersion exposure (top-face 91 outside) is suppressed, and Liquids LQ can be smoothly collected after immersion exposure, and Liquid LQ remains on the top face 91 to arrange ] by making the top face 91 of the substrate stage PST into liquid repellance.

[0072]

In order to supply Liquid LQ on Substrate P, a control unit CONT drives the liquid feed zone 11, and sends out Liquid LQ from the liquid feed zone 11. The liquid LQ sent out from the liquid feed zone 11 flows into buffer passage section 14H among the feeder current ways 14 of the nozzle member 70, after flowing a supply pipe 13. Buffer passage section 14H are the space section which spreads horizontally, and the liquid LQ which flowed into buffer passage section 14H flows so that it may spread horizontally. Since the bank section 15 is formed in the field of the inside (optical-axis AX side) which is the passage downstream of buffer passage section 14H, after Liquid LQ spreads throughout buffer passage section 14H, it can once be collected. And after Liquid LQ accumulates in buffer passage section 14H more than the specified quantity (after the oil level of Liquid LQ becomes more than the height of the bank section 15), it flows into inclination passage section 14S through 14Ns of narrow parts of the channel. The liquid LQ which flowed into inclination passage section 14S goes caudad, and flows inclination passage section 14S, and it is supplied on the substrate P arranged from the liquid feed hopper 12 at the image surface side of projection optics PL. The liquid feed hopper 12 supplies Liquid LQ on Substrate P from the upper part of Substrate P.

[0073]

Thus, the liquid LQ which flowed out of buffer passage section 14H is mostly supplied on Substrate P by having formed the bank section 15 at homogeneity from the whole region of the liquid feed hopper 12 annularly formed so that the projection field AR 1 might be surrounded. That is, if the bank section 15 (14Ns of narrow parts of the channel) is not formed, since the field near the connection of a supply pipe 13 and buffer passage section 14H increases more than other fields, the flow rate of the liquid LQ which flows inclination passage section 14S may become uneven [ the liquid amount of supply to Substrate P top ] in each location of the liquid feed hopper 12 formed annularly. However, since the liquid supply to the liquid feed hopper 12 was started after preparing 14Ns of narrow parts of the channel, forming buffer passage section 14H and the liquid LQ more than the specified quantity being able to store to the buffer passage section 14H, where the flow rate distribution and the velocity distribution in each location of the liquid feed hopper 12 are equalized, Liquid LQ can be supplied on Substrate P. Here, although air bubbles tend to remain for example, at the time of supply initiation etc. in the about 17 corner of a street section of the feeder current way 14, by having narrowed the this about 17 corner of a street section feeder current way 14, and having formed 14Ns of narrow parts of the channel, the rate of flow of the liquid LQ which flows in 14Ns of narrow parts of the channel can be accelerated, and air bubbles can be discharged to the feeder current way 14 exterior through the liquid feed hopper 12 by the flow of that accelerated liquid LQ. And after discharging air bubbles, exposure processing can be carried out by performing immersion exposure actuation in the condition that there are no air bubbles in the immersion field AR 2. In addition, the bank section 15 may be formed so that it may project in - Z direction from the head-lining side of buffer passage 14H. In short, 14Ns of narrow parts of the channel narrower than buffer passage section 14H should just be established in the passage downstream rather than buffer passage section 14H.

[0074]

In addition, the bank section 15 may be partially made low (highly). By establishing the field where height differs partially in the bank section 15, when supply of Liquid LQ is started, the residual of the gas (air bubbles) to the inside of the liquid which forms the immersion field AR 2 can be prevented. Moreover, buffer passage section 14H are divided into two or more passage, and you may enable it to supply the liquid LQ of a different amount according to the location of the slit-like liquid feed hopper 12.

[0075]

In order to collect the liquids LQ on Substrate P, a control unit CONT drives the liquid stripping section 21. When the liquid stripping section 21 which has a vacuum system drives, the liquid LQ on Substrate P flows into the recovery passage 24 through the liquid recovery opening 22 which had the porous member 25 arranged. When collecting the liquids LQ of the immersion field AR 2, the inferior surface of tongue (slant face) 2 of the porous member 25 contacts the liquid LQ. [ above Substrate P ], since the liquid recovery opening 22 (porous member 25) is formed so that Substrate P may be countered, it collects the liquids LQ on Substrate P from the upper part. After the liquid LQ which flowed into the recovery passage 24 flows the recovery tubing 23, they are collected by the liquid stripping section 21.

[0076]

Drawing 5 is drawing showing an example of the liquid stripping section 21. The liquid stripping section 21 is equipped with the recovery tank 26 connected to the end section of the recovery tubing 23, the vacuum pump (vacuum system) 27 connected to the recovery tank 26 through piping 27K, the waste water disposal pump (drainage pump) 29 connected to the recovery tank 26 through piping 29K, and the liquid level sensor (water level sensor) 28 formed inside the recovery tank 26 in drawing 5. The end section of the recovery tubing 23 is connected to the upper part of the recovery tank 26. Moreover, the other end of piping 27K which connected the end section to the vacuum pump 27 is connected to the upper part of the recovery tank 26. Moreover, the other end of piping 29K which connected the end section to the waste water disposal pump 29 is connected to the lower part of the recovery tank 26. When a vacuum pump 27 drives, Liquids LQ are collected through the liquid recovery opening 22 of the nozzle member 70, and it holds in the recovery tank 26. When a waste water disposal pump 29 drives, the liquid LQ held in the recovery tank 26 is discharged outside through piping 29K. Actuation of a vacuum pump 26 and a waste water disposal pump 29 is controlled by the control unit CONT. The liquid level sensor 28 measures the liquid level (water level) of the liquid LQ held in the recovery tank 26, and outputs the measurement result to a control unit CONT. a control unit CONT adjusts the suction force (wastewater force) of a waste water disposal pump 29 based on the output of the liquid level sensor 28 so that the liquid level (water level) of the liquid LQ held in the recovery tank 26 may serve as about 1 law. Since a control unit CONT can maintain almost uniformly the liquid level of the liquid LQ in the recovery tank 26, it can stabilize the pressure in the recovery tank 26. Therefore, the recovery force (suction force) of the liquid LQ through the liquid recovery opening 22 can be stabilized. in addition, an effluent bulb is prepared instead of a waste water disposal pump 29, it carries out performing closing motion adjustment of an effluent bulb or path adjustment of an exhaust port etc. based on the output of the liquid level sensor 28, and you may make it maintain the liquid level of the liquid LQ in the recovery tank 26 to about 1 law in the operation gestalt shown in drawing 5

[0077]

An example of the recovery approach of the liquid recovery device 20 in this operation gestalt is explained. In addition, in this operation gestalt, this recovery approach will be called the bubble point method. The liquid recovery device 20 can control generating of vibration which he is trying to collect Liquids LQ from the recovery opening 22 using this bulb pointing method, and originates in liquid recovery by this.

[0078]

Hereafter, the principle of the liquid recovery actuation by the liquid recovery device 20 in this operation gestalt is explained, referring to the mimetic diagram of drawing 6. The porous member 25 is arranged at the recovery opening 22 of the liquid recovery device 20. As a porous member 25, the mesh member of the shape of sheet metal in which many holes were formed, for example can be used. The bulb pointing method is in the condition in which the porous member 25 got wet, is controlling the differential pressure of the top face of the porous member 25, and an inferior surface of tongue to satisfy the below-mentioned predetermined conditions, and collects Liquids LQ from the hole of the porous member 25. As a parameter concerning the conditions of the bulb point, the aperture of the porous member 25, a contact angle (compatibility) with the liquid LQ of the porous member 25, the suction force (pressure of the top face of the porous member 25) of the liquid stripping section 21, etc. are mentioned.

[0079]

Drawing 6 is the enlarged drawing of the partial cross section of the porous member 25, and shows one mode of the liquid recovery performed through the porous member 25. Substrate P is arranged under the porous member 25, and gas space and liquid space are formed between the porous member 25 and Substrate P. Such a situation is produced at the edge of the immersion field AR 2 shown in drawing 4. Or also when an opening (Void) is formed into the liquid LQ of the immersion field AR 2, such a situation may arise. more -- concrete -- the 1st of the porous member 25 -- gas space forms between hole 25Ha and Substrate P -- having -- the porous member 25 -- between 25Hb and Substrate P, liquid space is formed the 2nd hole. Moreover, on the porous member 25, the passage space which forms a part of recovery passage 24 is formed.

[0080]

drawing 6 -- setting -- the 1st of the porous member 25 -- the pressure (pressure in the inferior surface of tongue of porous member 25H) of the space between hole 25Ha and Substrate P --  $P_a$  -- Surface tension of theta and Liquid LQ is set [ the pressure (pressure in the top face of the porous member 25) of the passage space on the porous member 25 / the aperture (diameter) of Pb, hole 25Ha, and 25Hb ] to gamma for a contact angle with the liquid LQ of d and the porous member 25 (inside of hole 25H),



$(4 \times \gamma \cos \theta) / d \geq (P_a - P_b) \quad \text{-- (1A)}$

when \*\*\*\*\* is satisfied, it is shown in drawing 6 -- as -- the 1st of the porous member 25 -- even if gas space is formed in the hole 25Ha bottom (Substrate P side), it can prevent that the gas of the space of the porous member 25 bottom moves to the space of the porous member 25 top through hole 25Ha (invasion). namely, the thing for which the surface tension  $\gamma$  and the pressures  $P_a$  and  $P_b$  of the contact angle  $\theta$ , Aperture  $d$ , and Liquid LQ are optimized so that the conditions of the above-mentioned (1A) formula may be satisfied -- the interface of Liquid LQ and a gas -- the hole of the porous member 25 -- it maintains in 25Ha -- having -- the 1st -- invasion of the gas from hole 25Ha can be suppressed. on the other hand -- the porous member 25 -- since liquid space is formed in 25Hb bottom (Substrate P side) the 2nd hole, Liquid LQ is recoverable through 25Hb the 2nd hole.

[0081]

In addition, in the conditions of the above-mentioned (1A) formula, in order to simplify explanation, the hydrostatic pressure of the liquid LQ on the porous member 25 is not taken into consideration.

[0082]

In this operation gestalt moreover, the liquid recovery device 20 As the pressure  $P_a$  of the space under the porous member 25, the diameter  $d$  of hole 25H, the contact angle  $\theta$  with the liquid LQ of the porous member 25 (medial surface of hole 25H), and the surface tension  $\gamma$  of Liquid (pure water) LQ being fixed The suction force of the liquid stripping section 21 is controlled, and the pressure of the passage space on the porous member 25 is adjusted so that the above-mentioned (1A) formula may be satisfied. However, in the above-mentioned (1A) formula, since control of the pressure  $P_b$  with which are satisfied of the above-mentioned (1A) formula becomes easy so that  $((4 \times \gamma \cos \theta) / d)$  is so large that  $(P_a - P_b)$  is large, as for the diameter  $d$  of hole 25Ha and 25Hb, and the contact angle  $\theta$  with the liquid LQ of the porous member 25, it is desirable to make it as small as possible.

[0083]

Next, how to expose the pattern image of Mask M to Substrate P using the aligner EX which has the configuration mentioned above is explained.

[0084]

According to the immersion device 1 in which it has the liquid feeder style 10 and the liquid recovery device 20, a control unit CONT is carrying out specified quantity recovery of the liquid LQ on Substrate P while carrying out specified quantity supply of the liquid LQ on Substrate P, and it forms the immersion field AR 2 of Liquid LQ on Substrate P. The liquid LQ supplied from the immersion device 1 forms locally the larger and immersion field AR 2 smaller than Substrate P than the projection field AR 1 in the part on the substrate P including the projection field AR 1.

[0085]

And a control unit CONT carries out projection exposure of the pattern image of Mask M on Substrate P through projection optics PL, and Liquid LQ and projection optics PL between Substrates P, moving the substrate stage PST which supports Substrate P to X shaft orientations (scanning direction) collecting the liquids LQ on the substrate P by the liquid recovery device 20 in parallel to supply of the liquid LQ to the substrate P top by the liquid feeder style 10.

[0086]

It is what carries out projection exposure of the pattern image of Mask M at Substrate P while the aligner EX in this operation gestalt moves Mask M and Substrate P to X shaft orientations (scanning direction). At the time of scan exposure Some pattern images of Mask M are projected into the projection field AR 1 through Liquid LQ and projection optics PL of the immersion field AR 2, and it synchronizes with Mask M moving in the direction of -X (or the direction of +X) at a rate  $V$ . Substrate P moves in the direction of +X (or the direction of -X) by rate  $\beta \cdot V$  ( $\beta$  is a projection scale factor) to the projection field AR 1. Two or more shot fields are set up on Substrate P, and after exposure ending to one shot field, while the next shot field moves to a scan starting position and moves Substrate P by step - and - scanning method hereafter by stepping migration of Substrate P, scan exposure processing to each shot field is performed one by one.

[0087]

In this operation gestalt, it is the configuration of collecting Liquids LQ through the slant face 2 of the porous member 25 which the porous member 25 inclined to the front face of Substrate P, and has been arranged at the liquid recovery opening 22, and Liquid LQ is a configuration collected through the liquid recovery opening 22 including a slant face 2. Moreover, the land side 75 (inferior surface of tongue of bottom plate section 71D) and the slant face 2 are formed continuously. In that case, it sets, and when only predetermined distance carries out scanning migration of the substrate P at a predetermined rate in the direction of +X to the immersion field AR 2, it will be in the condition that it is shown in drawing 7 (b) from the initial state (condition that the immersion field AR 2 of Liquid LQ is formed between the land side 75 and Substrate P) shown in drawing 7 (a). In the predetermined condition after scanning migration as shown in drawing 7 (b), the component F1 which moves to the slanting upper part along a slant face 2, and the component F2 which moves horizontally are generated by the liquid LQ of the immersion field AR 2. In that case, the configuration of the interface (gas-liquid interface) LG of the Liquid LQ and the space of an outside of the immersion field AR 2 is maintained. Moreover, even if it moves Substrate P to a high speed to the immersion field AR 2, a big change of the configuration of Interface LG can be controlled.

[0088]

Moreover, the distance between a slant face 2 and Substrate P is larger than the distance between the land side 75 and Substrate P. That is, the space between a slant face 2 and Substrate P is larger than the space between the land side 75 and Substrate P. Therefore, when Substrate P is moved, distance  $L$  of interface LG' in the initial state shown in drawing 7 (a) and the interface LG in the predetermined condition after the scanning migration shown in drawing 7 (b) can be made comparatively small. Therefore, the flare of the immersion field AR 2 can be stopped and magnitude of the immersion

field AR 2 can be made small.

[0089]

For example, as shown in drawing 8 (a), the land side 75 and inferior-surface-of-tongue 2' of the porous member 25 arranged at the liquid recovery opening 22 are formed continuously. Inferior-surface-of-tongue 2' of the porous member 25 does not incline to Substrate P, but when it was a substrate P front face and abbreviation parallel, and are put in another way, and the liquid recovery opening 22 containing inferior-surface-of-tongue 2' does not incline and Substrate P is moved to the immersion field AR 2, the configuration of Interface LG is maintained. However, since inferior-surface-of-tongue 2' does not incline, only the component F2 which moves to Liquid LQ horizontally is generated, and most components (F1) which move up are not generated. In that case, in order that Interface LG may move the almost same distance as the movement magnitude of Substrate P, the distance L of interface LG' in an initial state and the interface LG in the predetermined condition after scanning migration serves as a comparatively large value, and the immersion field AR 2 becomes large in connection with it. Then, the nozzle member 70 must also be enlarged according to the big immersion field AR 2, and it is necessary to also enlarge the migration stroke of the magnitude of the substrate stage PST itself, or the substrate stage PST according to the magnitude of the immersion field AR 2, and growing gigantic of the whole aligner EX is caused. And enlargement of the immersion field AR 2 becomes remarkable as the scan speed of the substrate P to the immersion field AR 2 accelerates.

[0090]

As shown in drawing 8 (b), moreover, by preparing a level difference between the land side 75 and the liquid recovery opening 22 (inferior-surface-of-tongue 2' of the porous member 25) If it is put in another way when distance between inferior-surface-of-tongue 2' and Substrate P is made larger than the distance between the land side 75 and Substrate P an inferior surface of tongue -- two -- ' -- a substrate -- P -- between -- space -- a land -- a field -- 75 -- a substrate -- P -- between -- space -- large -- having carried out -- a case -- a liquid -- LQ -- \*\*\*\* -- the upper part -- moving -- a component -- F -- one -- ' -- generating -- having -- since -- distance L -- a comparatively small value -- it can carry out -- enlargement of the immersion field AR 2 -- it can control . However, since the level difference is prepared between the land side 75 and inferior-surface-of-tongue 2' and the land side 75 and inferior-surface-of-tongue 2' are not formed continuously, the configuration of Interface LG becomes easy to collapse. If the configuration of Interface LG collapses, possibility that un-arranging [ which a gas bites in the liquid LQ of the immersion field AR 2 / by which air bubbles are generated in Liquid LQ ] will occur will become high. Moreover, possibility that the phenomenon in which component [ which moves up while the configuration of Interface LG will collapse, if there is a level difference when high speed scanning of the substrate P is carried out, for example in the direction of +X ] F1' becomes larger, and Liquid LQ is torn to pieces when [ of the immersion field AR 2 ] the thickness of the liquid LQ of the field by the side of +X becomes thin most and Substrate P is moved in the direction of -X (reverse scan) in the condition will occur becomes high. If the torn-off liquid (refer to sign LQ' among drawing 8 (b)) remains for example, on Substrate P, un-arranging [ in which the remains of adhesion (the so-called watermark) are formed on a substrate of evaporation of the liquid LQ' ] will arise. Moreover, possibility of Liquid LQ flowing into the outside of Substrate P, rusting to an edge strip and a device, and causing un-arranging, such as \*\*\*\*\*, also becomes high. And possibility that said un-arranging will occur becomes high as the scan speed of the substrate P to the immersion field AR 2 accelerates.

[0091]

In this operation gestalt, form a slant face 2 continuously with the land side 75 (inferior surface of tongue of bottom plate section 71D), and since the liquid recovery opening 22 of the immersion device 1 (liquid recovery device 20) was formed in the front face of Substrate P, and the slant face 2 which counters [ when the immersion field AR 2 and Substrate P which were formed in the image surface side of projection optics PL are made displaced relatively ] Stopping the migration length of the interface LG of the Liquid LQ and the space of an outside of the immersion field AR 2, the configuration of Interface LG can be maintained (form status change-ization of Interface LG is made small), and the magnitude and the configuration of the immersion field AR 2 can be maintained in the request condition. Therefore, air bubbles cannot be generated in Liquid LQ, liquids cannot fully be collected, or un-arranging [ of a liquid flowing out ] is prevented. Moreover, magnitude of the immersion field AR 2 can be made small. Therefore, miniaturization of the whole aligner EX can also be attained.

[0092]

Moreover, when high speed scanning of the substrate P is carried out, the liquid LQ of the immersion field AR 2 flows out outside, or possibility that the liquid LQ of the immersion field AR 2 will disperse around becomes high, but since the wall 76 was formed in the periphery of a slant face 2, exsorption of Liquid LQ can be controlled. That is, since buffer space is formed inside a wall 76 by forming a wall 76 in the periphery of the porous member 25, even if Liquid LQ reaches the medial surface of a wall 76, since the liquid LQ which forms the immersion field AR 2 is damp and spreads to the buffer space inside a wall 76, it prevents more certainly exsorption of the liquid LQ to the outside of a wall 76, and can carry out the thing of it.

[0093]

moreover, the small gap formed between a part of land side 75 (inferior surface of tongue of bottom plate section 72D), and a substrate P front face since it is arranged under the end face T1 of projection optics PL so that a part of land side 75 (inferior surface of tongue of bottom plate section 72D) may surround the projection field AR 1 -- a near projection field -- and it is formed so that a projection field may be surrounded. Therefore, maintaining sufficient small immersion field required for a wrap sake for the projection field AR 1 can be continued. Therefore, miniaturization of the whole aligner EX can be attained, stopping un-arranging, such as mixing of the gas to the inside of the liquid LQ of the immersion field AR 2, and an outflow of Liquid LQ, also when Substrate P is moved to a high speed (scan). Moreover, since the liquid feed hopper 12 is arranged on some (inferior surface of tongue of bottom plate section 72D) the outsides of the land side



75, also when mixing of the gas (air bubbles) to the inside of the liquid LQ which forms the immersion field AR 2 is prevented and Substrate P is moved at high speed, it becomes possible to continue filling the optical path of the exposure light EL with a liquid.

[0094]

<The 2nd operation gestalt>

Next, it explains, referring to drawing 9 about the 2nd operation gestalt of this invention. in the following explanation, the sign same about a component the same as that of the operation gestalt mentioned above or equivalent is attached here, and simple in the explanation -- or it omits. Although it is inclining and attaching the porous sheet metal-like member 25 to Substrate P in the 1st operation gestalt mentioned above and the slant face 2 is formed Slant-face 2" to which spacing with the front face of Substrate P becomes large is prepared, and you may make it form the liquid recovery opening 22 in some predetermined locations (predetermined field) of the slant-face 2" on it, as shown in drawing 9 as it separates from the optical axis AX of the exposure light EL on the inferior surface of tongue of the nozzle member 70. And you may make it form the porous member 25 in the liquid recovery opening 22. In this case, slant-face 2" of the nozzle member 70 and the inferior surface of tongue 2 of the porous member 25 are continuing, and slant-face 2" and its inferior surface of tongue 2 are almost flat-tapped. When the interface LG of Liquid LQ is formed, for example between slant-face 2" and Substrate P also by carrying out like this, the configuration of the interface LG can be maintained and it can prevent un-arranging [ of air bubbles being generated in the liquid LQ of the immersion field AR 2 ]. Moreover, magnitude of the immersion field AR 2 can also be made small.

[0095]

<The 3rd operation gestalt>

Drawing 10 is drawing showing the 3rd operation gestalt of this invention. As shown in drawing 10 , you may form so that whenever [ to the substrate P of 1st field 2A near an optical axis AX among the inferior surfaces of tongue 2 of the porous member 25 / tilt-angle ] may become larger than whenever [ to the substrate P of the 2nd field 2B of the outside / tilt-angle ].

[0096]

<The 4th operation gestalt>

Drawing 11 is drawing showing the 4th operation gestalt of this invention. As shown in drawing 11 , you may form so that whenever [ to the substrate P of 1st field 2A near an optical axis AX among the inferior surfaces of tongue 2 of the porous member 25 / tilt-angle ] may become smaller than whenever [ to the substrate P of the 2nd field 2B of the outside / tilt-angle ]. Namely, what is necessary is to just be prepared so that spacing with the front face of Substrate P may become large as there is no need for two inferior surface of tongue of the porous member 25 of being a flat side and the inferior surface of tongue 2 of the porous member 25 separates from the optical axis AX of the exposure light EL.

[0097]

<The 5th operation gestalt>

Drawing 12 is drawing showing the 5th operation gestalt of this invention. As shown in drawing 12 , two or more fin members 150 may be formed in the slant face (inferior surface of tongue of the porous member 25) currently formed in the inferior surface of tongue of the nozzle member 70. The fin member 150 is side-view substantially triangle-shaped, and is arranged in the sectional side elevation of drawing 12 in the buffer space formed the inferior surface of tongue 2 of the porous member 25, and inside a wall 76. Moreover, as the fin member 150 turns the longitudinal direction outside, it is attached in a radial at the medial surface 76 of a wall 76. Here, two or more fin member 150 have estranged, and the space section is formed between each fin member 150. Thus, since the liquid touch area in the slant face (inferior surface of tongue of the porous member 25) currently formed in the inferior surface of tongue of the nozzle member 70 by arranging two or more fin members 150 can be made to increase, the maintenance engine performance of the liquid LQ in the inferior surface of tongue of the nozzle member 70 can be raised. In addition, two or more fin members may be prepared at equal intervals, and may be inequality spacing. For example, spacing of the fin member 150 arranged to the projection field AR 1 at the both sides of X shaft orientations may be set up smaller than spacing of the fin member 150 arranged to the projection field AR 1 at the both sides of Y shaft orientations. In addition, as for the front face of the fin member 150, it is desirable that it is lyophilic to Liquid LQ. Moreover, the fin member 150 may be formed in stainless steel (for example, SUS316) by "GOLDEP" processing or "GOLDEP WHITE" processing, and can also be formed with glass (quartz) etc.

[0098]

<The 6th operation gestalt>

Next, the 6th operation gestalt of this invention is explained, referring to drawing 13 , drawing 14 , drawing 15 , and drawing 16 . In addition, a common sign is given to an above-mentioned device and an above-mentioned member the same as that of each operation gestalt, or similar, and detailed explanation is omitted. The fracture Fig. and the perspective view as which drawing 14 regarded nozzle member 70' from the bottom of the outline perspective view in which drawing 13 shows near nozzle member 70', a sectional side elevation with drawing 15 parallel to YZ flat surface, and drawing 16 are sectional side elevations parallel to XZ flat surface in part.

[0099]

Nozzle member 70' in this operation gestalt is constituted combining the part I material 171 and the part II material 172, and is formed in the plane view approximate circle configuration as a whole. The part I material 171 has side plate section 171A and heavy-gage inclination Itabe 171C, and the upper limit section of side plate section 171A and the upper limit section of inclination Itabe 171C are connected. On the other hand, the part II material 172 has inclination Itabe 172C and bottom plate section 172D linked to the lower limit section of inclination Itabe 172C. Each of inclination Itabe 171C of the part I material 171 and inclination Itabe 172C of the part II material 172 is formed in the shape of a

earthenware mortar, and inclination Itabe 172C of the part II material 172 is arranged inside inclination Itabe 171C of the part I material 171. And the part I material 171 and the part II material 172 are supported by the support device in which it does not illustrate so that it may be in the condition that lateral-surface 172S of inclination Itabe 172C of the medial-surface 171T and the part II material 172 of inclination Itabe 171C of the part I material 171 separate slightly, and -- between medial-surface 171T of inclination Itabe 171C of the part I material 171, and lateral-surface 172S of inclination Itabe 172C of the part II material 172 -- plane view -- it is in a circle and the slit-like slot 73 is formed. In this operation gestalt, the slit width G1 of a slot 73 is set as about 3mm. Moreover, in this operation gestalt, the slot 73 is formed so that it may have about 45 inclinations to XY flat surface (front face of Substrate P).

[0100]

The side face of the optical element LS 1 which the optical element LS 1 was arranged inside hole 70H formed of inclination Itabe 172C of the part II material 172, and has been arranged the hole 70H, and medial-surface 172T of inclination Itabe 172C of the part II material 172 counter. And medial-surface 172T of the inclination Itabe 172C have liquid repellance (water repellence) to Liquid LQ, and permeation of the liquid LQ to the gap of the side face of projection optics PL and medial-surface 172T of inclination Itabe 172C (nozzle member 70') is controlled.

[0101]

Substrate P and inferior-surface-of-tongue 171R which counters are XY flat surface and an parallel flat side among inclination Itabe 171C of the part I material 171. Moreover, inferior-surface-of-tongue 172R which counters is also XY flat surface and an parallel flat side with Substrate P among bottom plate section 172D of the part II material 172. And inferior-surface-of-tongue 171R of inclination Itabe 171C of the part I material 171 and inferior-surface-of-tongue 172R of bottom plate section 172D of the part II material 172 are abbreviation flush. By inferior-surface-of-tongue 171R of these inclination Itabe 171C, and inferior-surface-of-tongue 172R of bottom plate section 172D It counters with the substrate P front face (top face of the substrate stage PST) supported by the substrate stage PST among nozzle member 70', and the land side 75 which is a field nearest to this substrate P front face (top face of the substrate stage PST) is formed. Moreover, the opening 74 which the exposure light EL passes is formed in the center section of bottom plate section 172D which forms the land side 75. That is, the land side 75 is formed so that the projection field AR 1 may be surrounded.

[0102]

As shown in drawing 15, a part of bottom plate section 172D which forms the land side 75 is arranged about Z shaft orientations between the inferior surface of tongue T1 by the side of the image surface of the optical element LS 1 of projection optics PL, and Substrate P (substrate stage PST). Bottom plate section 172D is prepared so that the inferior surface of tongue T1 of an optical element LS 1 and Substrate P (substrate stage PST) may not be contacted. It is arranged almost in parallel with the inferior surface of tongue of an optical element LS 1, and the predetermined clearance (space) G2 is formed between the end face T1 of projection optics PL, and the top face of bottom plate section 172D so that the top face of the bottom plate section 172 may counter with the inferior surface of tongue T1 of an optical element LS 1.

[0103]

The space section 24 which carries out opening is formed downward, like the 1st operation gestalt mentioned above, the liquid recovery opening 22 is formed in opening of the space section 24, and the space section 24 functions on the part I material 171 as recovery passage. And the other end of the recovery tubing 23 is connected to a part of recovery passage (space section) 24. The porous member 25 which has two or more holes to the liquid recovery opening 22 so that the liquid recovery opening 22 may be covered is arranged. The porous member 25 has the substrate P supported by the substrate stage PST and the inferior surface of tongue 2 which counters. Like the 1st operation gestalt mentioned above, the porous member 25 is formed in the liquid recovery opening 22 so that the inferior surface of tongue 2 may incline to the front face (namely, XY flat surface) of the substrate P supported by the substrate stage PST. The slant face 2 of the porous member 25 is formed so that spacing with the front face of Substrate P may become large, as it separates from the optical axis AX of projection optics PL (optical element LS 1). Moreover, as shown in drawing 15, the porous member 25 is attached in the liquid recovery opening 22 of nozzle member 70' so that the common-law marriage section of the slant face 2 and inferior-surface-of-tongue 171R (land side 75) of the part I material 171 may become the almost same height, and so that the common-law marriage section of a slant face 2 and inferior-surface-of-tongue 171R (land side 75) may continue.

[0104]

Moreover, on the inferior surface of tongue of nozzle member 70', as shown in drawing 14, the liquid recovery opening 22 is formed in the shape of a plane view circular ring so that opening 74 (projection field AR 1), a slot 73, and the land side 75 may be surrounded. The land side 75 is arranged between the opening 74 (projection field AR 1) which the exposure light EL passes, and the slant face 2 of the porous member 25 arranged at the liquid recovery opening 22. The liquid recovery opening 22 has composition which is the outside of the land side 75, and has been arranged so that the land side 75 may be surrounded to opening 74 (projection field AR 1).

[0105]

Two or more fin members 150 which were explained with the 5th operation gestalt are formed in the slant face (inferior surface of tongue of the porous member 25) 2 at the radial. The fin member 150 is side-view substantially triangle-shaped, and is arranged in the buffer space formed the inferior surface of tongue 2 of the porous member 25, and inside a wall 76. this operation gestalt -- setting -- the fin member 150 -- each thickness is about 0.1mm and is arranged at intervals of 2 times in the hoop direction. [ much ]

[0106]

As shown in drawing 13, crevice 14A is formed in each of Y shaft-orientations both sides to the projection field AR 1 of

projection optics PL among medial-surface 172T of inclination Itabe 172C of the part II material 172. Crevice 14A is formed along the inclination direction of inclination Itabe 172C, and forms predetermined clearance G3 (refer to drawing 15) between the side faces of an optical element LS 1. And the feeder current way 14 which supplies Liquid LQ to the image surface side of projection optics PL is formed of clearance G3 formed between crevice 14A and an optical element LS 1. The upper limit section of the feeder current way 14 is connected to the liquid feed zone 11 through the non-illustrated supply pipe (feeder current way), the lower limit section is connected to the clearance G2 between the inferior surface of tongue T1 of projection optics PL, and bottom plate section 172D (space), and the liquid feed hopper 12 which supplies Liquid LQ to the lower limit section in a clearance G2 is formed. And the immersion device 1 supplies the liquid LQ sent out from the liquid feed zone 11 through the liquid feed hopper 12 in which it was prepared by the lower limit section of passage 14 to the clearance G2 between projection optics PL and bottom plate section 172D. In this operation gestalt, to XY flat surface (front face of Substrate P), the feeder current way 14 is formed so that it may have about 45 inclinations.

[0107]

In addition, irregularity is prepared in the top face of bottom plate section 172D etc., and you may make it control the rate of flow of the direction where the liquid in the top face of bottom plate section 172D flows, or a liquid. For example, in order to decide the flow direction of the liquid LQ supplied to top-face 172A of bottom plate section 172D from the liquid feed hopper 12, a fin-like member may be arranged to the liquid feed hopper 12, or you may make it prepare a fin-like height in top-face 172A of bottom plate section 172D. In this case, without a gas part remaining, optimizing based on the result of an experiment or simulation is desirable [ the rate of flow of the direction which pours Liquid LQ, and Liquid LQ ] so that it can continue filling the optical-path space by the side of the image surface of projection optics PL with a liquid. Moreover, when collecting Liquids LQ from the space by the side of the image surface of projection optics PL altogether mostly and forming the condition of not immersing, optimizing based on the result of an experiment or simulation is desirable [ the rate of flow of the direction which pours Liquid LQ, and Liquid LQ ] so that the residual of Liquid LQ may not make it the end face T1 of an optical element LS 1 etc. Or as for the rate of flow of the direction which pours Liquid LQ, and Liquid LQ, optimizing based on the result of an experiment or simulation is desirable so that the liquid containing the matter eluted from Substrates P (photosensitive resin etc.) may not pile up.

[0108]

Furthermore, the through tube 130 of the shape of a slit which penetrates the interior of inclination Itabe 172C of the part II material 172 along the inclination direction is formed in each of X shaft-orientations both sides to the projection field AR 1 among the part II material 172. Opening formed in lower limit section 130A of a through tube 130 is connected to the clearance G2 between the inferior surface of tongue T1 of projection optics PL, and bottom plate section 172D (space), and atmospheric-air disconnection of the upper limit section 130B is carried out. Opening of lower limit section 130A can send out a liquid in the direction parallel to a substrate along with top-face 172A of bottom plate section 172D.

[0109]

The slot 73 between the part I material 171 and the part II material 172 is arranged between the projection field AR 1 where the exposure light EL is irradiated, and the slant face 2 of the liquid recovery opening 22, and as it surrounds opening 74 (projection field AR 1), it is formed. Furthermore, as a slot 73 also encloses inferior-surface-of-tongue 172R which constitutes a part of land side 75, it is formed. If it puts in another way, the slot 73 is arranged on the outside of inferior-surface-of-tongue 172R which constitutes a part of land side 75. The slot 73 has opening 73A arranged so that it may counter with the top face (the substrate P currently supported by the substrate stage PST) of the substrate stage PST. That is, opening of the slot 73 is carried out so that the bottom may be turned to. Opening 73A is prepared near the image surface of projection optics PL, and the slot 73 is circulating with the gas around [ image surface ] projection optics PL through opening 73A in the interior.

[0110]

Moreover, the slot 73 has opening 73B for atmospheric-air disconnection besides Substrate P (substrate stage PST) and opening 73A which counters. In this operation gestalt, the slot 73 has opening 73B for atmospheric-air disconnection in the upper limit section. In addition, although opening 73B is formed in the shape of a plane view circular ring along with the upper limit section of a slot 73, it may be formed in a part of upper limit section of a slot 73. Moreover, the circulation way for circulating the interior and the exterior of a slot 73 may be established in the location of not only the upper limit section of a slot 73 but arbitration. For example, the passage for circulating the mid-position (predetermined location) and the slot 73 exterior in Z shaft orientations of the slot 73 interior is formed in a part of part I material 171, and it may be made to carry out atmospheric-air disconnection of the slot 73 through the passage.

[0111]

Thus, since slot 73B which has opening 73A which counters Substrate P (substrate stage PST), and opening 73B for atmospheric-air disconnection is formed, some liquids LQ between nozzle member 70' and Substrate P (substrate stage PST) can frequent the slot 73 interior. Therefore, even if the magnitude (path) of nozzle member 70' is small, the outflow of the liquid LQ to the outside of the liquid recovery opening 22 can be suppressed.

[0112]

Moreover, as shown in drawing 15, the circulation way 131 for circulating the interior and the exterior of a slot 73 is formed in a part of part I material 171, and the aspirator 132 which contains a vacuum system on the circulation way 131 is connected to it. When collecting completely the liquids LQ 2 which form the liquid [ 2 ] LQ AR, i.e., an immersion field, between nozzle member 70' and Substrate P (substrate stage PST), the circulation way 131 and an aspirator 132 are used in order to collect the liquids LQ through a slot 73.

[0113]

Next, actuation of the immersion device 1 in which it has nozzle member 70' which has the configuration mentioned above is explained. In order to supply Liquid LQ on Substrate P, a control unit CONT drives the liquid feed zone 11, and sends out Liquid LQ from the liquid feed zone 11. The liquid LQ sent out from the liquid feed zone 11 flows into the upper limit section of the feeder current way 14 of nozzle member 70', after flowing a supply pipe. Along the inclination direction of inclination Itabe 172C, the liquid LQ which flowed into the upper limit section of the feeder current way 14 goes caudad, flows, and is supplied to the space G2 between the end face T1 of projection optics PL, and bottom plate section 172D from the liquid feed hopper 12. Here, the gas part which existed in space G2 before supplying Liquid LQ to space G2 is discharged outside through a through tube 130 or opening 74. Therefore, inconvenient generating that a gas will stop at space G2 at the time of supply initiation of the liquid LQ to space G2 can be prevented, and it can prevent unarranging [ by which a gas part (air bubbles) is generated in Liquid LQ ].

[0114]

The liquid LQ supplied to space G2 flows into the space between the land side 75 and Substrate P (substrate stage PST) through opening 74, after filling space G2. Since the liquid recovery device 20 is collecting the liquids LQ on Substrate P by the specified quantity per unit time amount at this time, the immersion field AR 2 of desired magnitude is formed on Substrate P with the liquid LQ which flowed into the space between the land side 75 and Substrate P (substrate stage PST) through opening 74.

[0115]

In addition, with this operation gestalt, since opening 74 which the exposure light EL passes is made small and it is made to enlarge magnitude of the land side 75 comparatively, Liquid LQ can be held good between Substrate P (substrate stage PST) and nozzle member 70'.

[0116]

While carrying out immersion exposure of the substrate P and forming the immersion field AR 2, the circulation way 131 connected to the slot 73 was closed, and the drive of an aspirator 132 has stopped it. Therefore, even if it is the case where Substrate P (substrate stage PST) is moved to the immersion field AR 2 currently formed as covers the projection field AR 1. Some liquids LQ of the immersion field AR 2 can frequent the slot 73 by which atmospheric-air disconnection is carried out, the immersion field AR 2 can be expanded or inconvenient generating of the liquid LQ of the immersion field AR 2 flowing out can be prevented. Namely, as shown, for example in drawing 16, the liquid LQ of the immersion field AR 2 tends to move in the direction of +X with migration of Substrate P by moving Substrate P in the direction of +X. In this case, by migration in the direction of +X of Liquid LQ, the immersion field AR 2 may be expanded in the direction of +X, or the liquid LQ of the immersion field AR 2 may flow into the outside of the liquid recovery opening 22. However, since some liquids LQ which move in the direction of +X go into the slot 73 by the side of +X and it spreads (arrow-head F3 reference among drawing 16), it can suppress expansion of the immersion field AR 2, the outflow of Liquid LQ, etc.

[0117]

moreover, when immersion exposure of Substrate P is completed and the liquids LQ between nozzle member 70' and Substrate P (substrate stage PST) are collected altogether While performing liquid recovery actuation which the control unit CONT suspended the liquid supply actuation by the liquid feeder style 10, and minded the liquid recovery opening 22 by the liquid recovery device 20. The circulation way 131 connected to the slot 73 is opened, an aspirator 132 is driven, the building envelope of a slot 73 is made into negative pressure, and liquid recovery actuation through opening 73A of a slot 73 is also performed in parallel. Thus, the liquid LQ between nozzle member 70' and Substrate P (substrate stage PST) is certainly recoverable more in a short time by using opening 73A nearest to Substrate P (substrate stage PST). In this case, compared with the magnitude of opening 73A which functions as recovery opening of Liquid LQ, since it is small, opening 73B for atmospheric-air disconnection can make the slot 73 interior sufficient negative pressure, and can collect Liquids LQ.

[0118]

Moreover, when collecting Liquids LQ through a slot 73, the gas in a slot 73 may flow into the circulation way 131 together with Liquid LQ, vibration may occur in nozzle member 70', but since recovery of Liquid LQ performed through a slot 73 is performed when omitting actuation which needs precision, such as exposure actuation of Substrate P, it does not pose a problem.

[0119]

In addition, in this operation gestalt, although crevice 14A which forms the feeder current way 14 is prepared in every (a total of two) one each of Y shaft-orientations both sides to the projection field AR 1, it can be prepared in two or more places of arbitration so that the projection field AR 1 of projection optics PL where the exposure light EL is irradiated may be surrounded. Moreover, the bank section 15 (buffer passage section 14H) which was explained with the 1st operation gestalt can also be formed near the upper limit section of crevice 14A.

[0120]

<The 7th operation gestalt>

Next, the 7th operation gestalt of this invention is explained, referring to drawing 17 and drawing 18. In addition, a common sign is given to an above-mentioned device and an above-mentioned member the same as that of each operation gestalt, or similar, and detailed explanation is omitted. The perspective view and drawing 18 as which drawing 17 regarded nozzle member 70' from the bottom are a sectional side elevation. In drawing 17 and drawing 18, a different point from the 6th operation gestalt mentioned above has the small magnitude of bottom plate section 172D of the part II material 72, and bottom plate section 172D is in the point hardly arranged between the inferior surface of tongue T1 of projection optics PL, and Substrate P (substrate stage PST). That is, the opening 74 formed in bottom plate section 172D is the almost same magnitude as the inferior surface of tongue T1 of projection optics PL (optical element LS 1), and is

formed in the approximate circle configuration larger enough than the projection field AR 1. And it has exposed so that most inferior surfaces of tongue T1 of an optical element LS 1 may counter with Substrate P (substrate stage PST). The liquid LQ sent out from the liquid feed zone 11 is supplied to the inferior surface of tongue T1 of projection optics PL, and the space between Substrates P (substrate stage PST) through the feeder current way 14 formed between the side face of an optical element LS 1, and crevice 14A. Although the area of the land side 75 becomes small, since there are few parts to which there is almost no space between the bottom plate section 172 and the optical element LS 1 of projection optics PL, and a gas tends to stop at it in this operation gestalt compared with the 6th operation gestalt it can prevent more certainly un-arranging [ by which a gas part (air bubbles) is generated in the liquid LQ which forms the immersion field AR 2 at the time of supply initiation of Liquid LQ ].

[0121]

In addition, in the 6th above-mentioned operation gestalt and the 7th operation gestalt, in order to simplify explanation, nozzle member 70' is constituted in fact, combining some other members further, although it consists of combination of the part I material 171 and the part II material 172. Of course, you may make it constitute nozzle member 70' from one member.

[0122]

Moreover, although he is trying to discharge the gas of space G2 using a through tube 130 at the time of supply initiation of Liquid LQ, a through tube 130 is connected to an aspirator (vacuum system), and you may make it discharge the gas of space G2 compulsorily in the 6th above-mentioned operation gestalt and the 7th operation gestalt at the time of supply initiation of Liquid LQ.

[0123]

Moreover, in the 6th above-mentioned operation gestalt and the 7th operation gestalt, the opening 74 of bottom plate section 172D can decide that fill the optical-path space by the side of the image surface of projection optics PL with Liquid LQ can be continued even if Substrate P (substrate stage PST) moves without not only the configuration shown in drawing 14 or drawing 17 but a gas part remaining.

[0124]

moreover, the liquid recovery actuation using [ when collecting altogether the liquids LQ between nozzle member 70' and Substrate P (substrate stage PST) (optical-path space by the side of the image surface of projection optics PL) in the 6th above-mentioned operation gestalt and the 7th operation gestalt ] the liquid recovery opening 22 or opening 73A -- in addition, a gas may be made to blow off from the liquid feed hopper 12 Since the gas which blew off from the liquid feed hopper 12 is sprayed on the inferior surface of tongue T1 of the optical element LS 1 of the point of projection optics PL, it can remove the liquid LQ adhering to the inferior surface of tongue T1 of an optical element LS 1 (residual). The gas which blew off from the liquid feed hopper 12 can flow along an inferior surface of tongue T1, and can move the liquid (drop) LQ adhering to the field through which the exposure light EL passes on the inferior surface of tongue T1 of an optical element LS 1, i.e., the field corresponding to the projection field AR 1 of the inferior surface of tongue T1 of an optical element LS 1, to the outside of the field (it removes). The liquid LQ which had adhered to the field through which the exposure light EL passes on the inferior surface of tongue T1 of an optical element LS 1 by this is removed. In addition, you may make it remove by evaporating the liquid LQ adhering to the inferior surface of tongue T1 of an optical element LS 1 with the sprayed gas (desiccation). The clean gas through the filter equipment (un-illustrating) containing a chemical filter or a particle removal filter blows off from the liquid feed hopper 12. Moreover, the gas almost same as a gas as the gas inside the chamber in which Aligner EX was held, for example, air, (dried air) is used. In addition, nitrogen gas (dry nitrogen) may be used as a gas blowing off.

[0125]

Moreover, when collecting Liquids LQ altogether, a vacuum system etc. is connected to the through tube 130 for discharging outside the gas which existed in space G2, and Liquid LQ is attracted and you may make it collect from opening formed in lower limit 130A of a through tube 130.

[0126]

Moreover, a gas supply system is connected to the through tube 130 for discharging outside the gas which existed in space G2, and a gas may be made to blow off through the through tube 130.

[0127]

In addition, the liquid feed hopper 12 is arranged to each of X shaft-orientations both sides to the projection field AR 1, and you may make it supply Liquid LQ from each of scanning direction both sides in the 6th and 7th operation gestalten. In this case, lower limit section 130A of a through tube 130 is prepared in locations where the liquid feed hopper 12 is another, such as each location of Y shaft-orientations both sides, to the projection field AR 1.

[0128]

Moreover, although the feeder current way 14 is formed of clearance G3 between crevice 14A of inclination Itabe 172C, and the side face of an optical element LS 1 and the lower limit section of the feeder current way 14 is functioning as a liquid feed hopper 12 by it in the 6th and 7th operation gestalten While connecting upper limit section 130B of a through tube 130, and the liquid feed zone 11 and operating a through tube 130 as a feeder current way, lower limit section 130A of a through tube 130 may be operated as a liquid feed hopper. When connecting upper limit section 130B of a through tube 130, and the liquid feed zone 11 and supplying Liquid LQ through a through tube 130, clearance G3 and the liquid feed zone 11 between crevice 14A of inclination Itabe 172C and the side face of an optical element LS 1 are not connected (clearance G3 does not function as a feeder current way), but atmospheric-air disconnection of the upper limit section of clearance G3 is carried out. And before supplying Liquid LQ from a through tube 130 to space G2, the gas which existed in space G2 is discharged outside through clearance G3. Thus, when supplying Liquid LQ through a through tube 130, inconvenient generating that a gas will stop at space G2 at the time of supply initiation of the liquid

LQ to space G2 can be prevented, and it can prevent un-arranging [ by which a gas part (air bubbles) is generated in Liquid LQ ]. Moreover, the upper limit section and the aspirator (vacuum system) of clearance G3 are connected, and you may make it discharge the gas of space G2 compulsorily also in this case at the time of supply initiation of Liquid LQ.

[0129]

Moreover, when supplying Liquid LQ through a through tube 130, lower limit section 130A of the through tube 130 which functions as a liquid feed hopper is arranged to each of Y shaft-orientations both sides to the projection field AR 1, and you may make it supply Liquid LQ from each of non-scanning direction both sides.

[0130]

<The 8th operation gestalt>

Next, the 8th operation gestalt of this invention is explained, referring to drawing 19, drawing 20, drawing 21, and drawing 22. The fracture Fig. and the perspective view as which drawing 20 regarded nozzle member 70" from the bottom of the outline perspective view in which drawing 19 shows near nozzle member 70", a sectional side elevation with drawing 21 parallel to YZ flat surface, and drawing 22 are sectional side elevations parallel to XZ flat surface in part, the sign same about a component the same as that of each above-mentioned operation gestalt or equivalent is attached, and simple [ in the explanation ] in the following explanation, -- or it omits.

[0131]

Nozzle member 70" is constituted combining the part I material 171, the part II material 172, and the part III material 173, and is formed in the plane view approximate circle configuration as a whole. The part I material 171 has side plate section 171A and heavy-gage inclination Itabe 171C. The part II material 172 has inclination Itabe 172C and bottom plate section 172D linked to the lower limit section of inclination Itabe 172C. The part III material 173 is connected to the upper limit section of the part I material 171 and the part II material 172, and hole 173H for arranging an optical element LS 1 are formed in the center section of the part III material 173. The side face of the optical element LS 1 which the optical element LS 1 was arranged inside hole 173H of the part III material 173 and hole 70H which were formed of inclination Itabe 172C of the part II material 172, and has been arranged inside hole 70H, and medial-surface 172T of inclination Itabe 172C of the part II material 172 counter. moreover -- between medial-surface 171T of inclination Itabe 171C of the part I material 171, and lateral-surface 172S of inclination Itabe 172C of the part II material 172 -- plane view -- it is in a circle and the slit-like slot 73 is formed. The slot 73 is formed so that it may have about 45 inclinations to XY flat surface (front face of Substrate P).

[0132]

Moreover, it counters with the substrate P front face (top face of the substrate stage PST) supported by the substrate stage PST among nozzle member 70" by inferior-surface-of-tongue 171R of inclination Itabe 171C of the part I material 171, and inferior-surface-of-tongue 172R of bottom plate section 172D of the part II material 172, and the land side 75 which is a field nearest to this substrate P front face (top face of the substrate stage PST) is formed. The land side 75 is formed so that the projection field AR 1 may be surrounded.

[0133]

A part of bottom plate section 172D which forms the land side 75 is arranged about Z shaft orientations between the inferior surface of tongue T1 by the side of the image surface of the optical element LS 1 of projection optics PL, and Substrate P (substrate stage PST). Bottom plate section 172D is prepared so that the inferior surface of tongue T1 of an optical element LS 1 and Substrate P (substrate stage PST) may not be contacted. It is arranged almost in parallel with the inferior surface of tongue of an optical element LS 1, and the predetermined clearance (space) G2 is formed between the end face T1 of projection optics PL, and the top face of bottom plate section 172D so that the top face of the bottom plate section 172 may counter with the inferior surface of tongue T1 of an optical element LS 1.

[0134]

The space section 24 which functions as recovery passage is formed in the part I material 171, and the liquid recovery opening 22 is formed in opening of the space section 24. The liquid recovery opening 22 is formed in the shape of a plane view circular ring so that opening 74 (projection field AR 1), a slot 73, and the land side 75 may be surrounded. The other end of the recovery tubing 23 is connected to a part of recovery passage (space section) 24. The substrate P supported by the substrate stage PST and the porous member 25 which has the slant face 2 which counters are arranged at the liquid recovery opening 22. The porous member 25 is attached in the liquid recovery opening 22 so that the common-law marriage section of the slant face 2 and inferior-surface-of-tongue 171R (land side 75) of the part I material 171 may become the almost same height, and so that the common-law marriage section of a slant face 2 and inferior-surface-of-tongue 171R (land side 75) may continue. Two or more fin members 150 are formed in the slant face 2 at the radial.

[0135]

The through tube 140 of the shape of a slit which penetrates the interior of inclination Itabe 172C of the part II material 172 along the inclination direction is formed in each of Y shaft-orientations both sides to the projection field AR 1 among the part II material 172. And upper limit section 140B of a through tube 140 is connected to the liquid feed zone 11 through the non-illustrated supply pipe (feeder current way), and lower limit section 140A is connected to the clearance G2 between the inferior surface of tongue T1 of projection optics PL, and bottom plate section 172D (space). That is, a through tube 140 functions as a feeder current way, and opening currently formed in lower limit section 140A of the through tube 140 is functioning as a liquid feed hopper which supplies Liquid LQ to a clearance G2. And liquid feed hopper 140A is prepared in each of Y shaft-orientations both sides which faced across the projection field AR 1 where the exposure light EL is irradiated, and has composition prepared in each predetermined location (the 1st location) of the both sides which faced across the optical-path space of the exposure light EL on the outside of the optical-path



space of the exposure light EL.

[0136]

The immersion device 1 supplies the liquid LQ sent out from the liquid feed zone 11 from liquid feed hopper (lower limit section) 140A through the feeder current way (through tube) 140 to a building envelope including the clearance G2 between projection optics PL and bottom plate section 172D (space). To XY flat surface (front face of Substrate P), the feeder current way 140 is formed so that it may have about 45 inclinations. In addition, in order to decide the flow direction of the liquid LQ supplied to the top face of liquid feed hopper 140A to bottom plate section 172D, a fin-like member may be arranged to liquid feed hopper 140A, or you may make it prepare a fin-like height in the top face of bottom plate section 172D.

[0137]

The through tube 130 of the shape of a slit which penetrates the interior of inclination Itabe 172C of the part II material 172 along the inclination direction is formed in each of X shaft-orientations both sides to the projection field AR 1 among the part II material 172. The clearance is formed between the predetermined field in which upper limit section 130B of a through tube 130 is formed among the top faces of the part II material 172, and the part III material 173. And atmospheric-air disconnection of the upper limit section 130B of a through tube 130 is carried out, and lower limit section 130A of a through tube 130 is connected to the clearance G2 between the inferior surface of tongue T1 of projection optics PL, and bottom plate section 172D (space). Therefore, the gas of a clearance G2 can be discharged to outer space through upper limit section 130B of a through tube 130 (exhaust air). That is, opening currently formed in lower limit section 130A of a through tube 130 functions as an exhaust port which exhausts the gas of a clearance G2, and the through tube 130 is functioning as exhaust air passage. Moreover, exhaust-port (lower limit section) 130A has composition connected to the gas of a clearance (space) G2, i.e., the gas around [ image surface ] projection optics PL. And exhaust-port 130A is prepared in each of X shaft-orientations both sides which faced across the projection field AR 1 where the exposure light EL is irradiated, and has composition prepared in each predetermined location (the 2nd location) of the both sides which faced across the optical-path space of the exposure light EL on the outside of the optical-path space of the exposure light EL.

[0138]

As mentioned above, liquid feed hopper 140A is prepared in the predetermined location (the 1st location) of the outside of the optical-path space of the exposure light EL. And bottom plate section 172D also has the function as a guide member which guides the flow of the liquid LQ supplied from liquid feed hopper 140A. Bottom plate section (guide member) 172D is arranged so that it may prevent that a gas stops into the liquid LQ of the optical-path space of the exposure light EL. That is, bottom plate section 172D is arranged so that the liquid LQ supplied from liquid feed hopper 140A prepared in the 1st location of the outside of the optical-path space of the exposure light EL may flow toward the 2nd different location from the 1st location of the outside of the optical-path space through the optical-path space of the exposure light EL. In addition, bottom plate section 172D has the land side (flat part) 75 arranged so that it may counter with Substrate P, and it also has the function for it to be stabilized and to fill the optical path of the exposure light EL with Liquid LQ like an above-mentioned operation gestalt.

[0139]

Drawing 23 is the top view of bottom plate section (guide member) 172D. In this operation gestalt, exhaust-port 130A is prepared in the 2nd location of the outside of the optical-path space of the exposure light EL, and bottom plate section 172D is arranged so that the liquid LQ supplied from liquid feed hopper 140A may be poured toward the 2nd location established in exhaust-port 130A. Guide member 172D pours Liquid LQ so that a vortex may not be generated in the optical-path space of the exposure light EL. That is, bottom plate section 172D has opening 74' formed so that the liquid LQ supplied from the 1st location where liquid feed hopper 140A is arranged might flow toward the 2nd location in which exhaust-port 130A is prepared, and generation of the vortex in the optical-path space of the exposure light EL is prevented.

[0140]

Bottom plate section 172D has the 2nd guide section 182 which forms the flow which goes to the 2nd location in which exhaust-port 130A was prepared from the 1st guide section 181 which forms the flow which goes to the optical-path space (projection field AR 1) of the exposure light EL, and the optical-path space of the exposure light EL from the 1st location in which liquid feed hopper 140A was prepared. That is, passage 181F which pour Liquid LQ toward the optical-path space of the exposure light EL by the 1st guide section 181 from liquid feed hopper 140A are formed, and passage 182F which pour Liquid LQ toward the 2nd location (exhaust-port 130A) by the 2nd guide section 182 from the optical-path space of the exposure light EL are formed.

[0141]

Passage 181F formed of the 1st guide section 181 and passage 182F which are formed of the 2nd guide section 182 cross. Passage 182F in which passage 181F formed of the 1st guide section 181 were formed of a sink and the 2nd guide section 182 in accordance with about Y shaft orientations in Liquid LQ pour Liquid LQ in accordance with about X shaft orientations. And plane view abbreviation cross-joint-like opening 74' is formed of the 1st guide section 181 and the 2nd guide section 182. opening 74' in which opening 74' has been arranged at the image surface side of projection optics PL, and the exposure light EL was formed in the shape of an abbreviation cross joint -- it is prepared so that it may pass through a center section mostly. That is, the optical-path space of the exposure light EL is set as the intersection of passage 181F formed of the 1st guide section 181, and passage 182F which were formed of the 2nd guide section 182.

[0142]

In this operation gestalt, passage 181F formed of the 1st guide section 181 and passage 182F which were formed of the 2nd guide section 182 lie at right angles mostly. Moreover, the width of face D2 of passage 182F formed of the 2nd

guide section 182 is almost the same as the width of face D1 of passage 181F formed of the 1st guide section 181. Moreover, in this operation gestalt, the connection 190 of the 1st guide section 181 and the 2nd guide section 182 is formed in the shape of a curve (circular).

[0143]

Liquid feed hopper 140A supplies Liquid LQ to a building envelope including the clearance G2 between the inferior surface of tongue T1 of projection optics PL, and bottom plate section 172D (space). After it flows toward the optical-path space of the exposure light EL and passes through the optical-path space of the exposure light EL, the liquid LQ supplied to the clearance G2 from liquid feed hopper 140A being guided to the 1st guide member 181, it flows toward the outside of the optical-path space of the exposure light EL, being guided to the 2nd guide section 182. That is, the passage of Liquid LQ is crooked in the crossover location of the 1st guide member 181 and the 2nd guide section 182, or its near. The immersion device 1 controls that a vortex is generated in the optical-path space of the exposure light EL by passing guiding Liquid LQ in the 1st and 2nd guide sections 181 and 182 of bottom plate section 172D. Thereby, even if a gas (air bubbles) is all over the optical-path space of the exposure light EL, it prevents that discharge a gas (air bubbles) in the 2nd location of the outside of the optical-path space of the exposure light EL, and a gas (air bubbles) stops at the optical-path space of the exposure light EL by the flow of Liquid LQ.

[0144]

As shown in drawing 19, drawing 21, etc., as the slot 73 between the part I material 171 and the part II material 172 surrounds opening 74' including the optical-path space of the exposure light EL, it is formed. Furthermore, as a slot 73 also encloses inferior-surface-of-tongue 172R which constitutes a part of land side 75, it is formed. Opening 73A arranged so that it may counter with Substrate P (top face of the substrate stage PST) is formed in the lower limit section of a slot 73. Opening 73A is formed in plane view approximate circle annular. On the other hand, plane view approximate circle annular opening 73B is formed also in the upper limit section of a slot 73. Moreover, notch 171K are formed in the part II material 172 and the part which counters among the upper limit sections of inclination Itabe 171C of the part I material 171, and the broad section is formed in the upper limit section of a slot 73 of the notch 171K. And space 73W are formed between the broad section and part III material 173. Opening 73B of the upper limit section of a slot 73 is arranged inside space 73W, and opening 73A prepared in the lower limit section (image surface close-attendants side of projection optics PL) of a slot 73 and space 73W are connected through the slot 73. That is, space 73W are circulating with the gas around [ image surface ] projection optics PL through a slot 73 (opening 73A).

[0145]

Moreover, as shown in drawing 21, circulation way 131' linked to space 73W is formed in a part of part III material 173, and the circulation way 131' and the aspirator 132 containing a vacuum system are connected to it through piping 133. When collecting completely the liquids LQ between nozzle member 70" and Substrate P (substrate stage PST), circulation way 131' and an aspirator 132 are used in order to collect the liquids LQ through a slot 73.

[0146]

Moreover, the hole 134 which circulates the interior and the exterior of space 73W is formed in the location different from circulation way 131' among the part III material 173. The path (magnitude) of a hole 134 is smaller than the path (magnitude) of circulation way 131', and fully smaller than opening 73A. In this operation gestalt, the diameter of a hole 134 is about 1mm. Atmospheric-air disconnection of space 73W is carried out by the hole 134, and, thereby, atmospheric-air disconnection also of the gas around [ image surface ] projection optics PL (space G2) is carried out through opening 73A, a slot 73, and space 73W. Thereby, some liquids LQ between nozzle member 70" and Substrate P (substrate stage PST) can frequent the slot 73 interior. Therefore, even if the magnitude (path) of nozzle member 70" is small, the outflow of the liquid LQ to the outside of the liquid recovery opening 22 can be suppressed.

[0147]

Next, actuation of the immersion device 1 in which it has nozzle member 70" which has the configuration mentioned above is explained. In order to supply Liquid LQ on Substrate P, a control unit CONT drives the liquid feed zone 11, and sends out Liquid LQ from the liquid feed zone 11. The liquid LQ sent out from the liquid feed zone 11 flows into upper limit section 140B of the feeder current way 140 of nozzle member 70", after flowing a supply pipe. The liquid LQ which flowed into upper limit section 140B of the feeder current way 140 flows the feeder current way 140, and is supplied to the space G2 between the end face T1 of projection optics PL, and bottom plate section 172D from liquid feed hopper 140A. Here, the gas part which existed in space G2 before supplying Liquid LQ to space G2 is discharged outside through a through tube 130 or opening 74'. Therefore, inconvenient generating that a gas will stop at space G2 at the time of supply initiation of the liquid LQ to space G2 can be prevented, and it can prevent un-arranging [ by which a gas part (air bubbles) is generated in Liquid LQ ]. Moreover, space G2 is supplied, without applying the force to the side face of an optical element LS 1 etc., since the liquid LQ sent out from the liquid feed zone 11 flows the inside of a slot (feeder current way) 140. Moreover, since Liquid LQ does not touch the side face of an optical element LS 1, even if it is the case where coating of the predetermined functional material is carried out to the side face of an optical element LS 1, affecting a functional material is controlled.

[0148]

The liquid LQ supplied to space G2 flows into the space between the land side 75 and Substrate P (substrate stage PST) through opening 74', after filling space G2. Since the liquid recovery device 20 is collecting the liquids LQ on Substrate P by the specified quantity per unit time amount at this time, the immersion field AR 2 of desired magnitude is formed on Substrate P with the liquid LQ which flowed into the space between the land side 75 and Substrate P (substrate stage PST) through opening 74'.

[0149]

The liquid LQ supplied from liquid feed hopper 140A to space G2 Since it flows toward the outside of the optical-path



space of the exposure light EL, being guided to the 2nd guide section 182 after flowing toward the optical-path space (projection field AR 1) of the exposure light EL, being guided to the 1st guide section 181. Even if a gas part (air bubbles) is generated in Liquid LQ, the air bubbles can be discharged on the outside of the optical-path space of the exposure light EL by the flow of Liquid LQ. Moreover, since bottom plate section 172D pours Liquid LQ so that a vortex may not be generated in the optical-path space of the exposure light EL, it can prevent that air bubbles stop at the optical-path space of the exposure light EL. Moreover, since bottom plate section 172D turns Liquid LQ to exhaust-port 130A and pours it, the gas part (air bubbles) which exists in Liquid LQ is smoothly discharged outside through exhaust-port 130A. Moreover, even if a gas part (air bubbles) exists in the liquid LQ of the space between the land side 75 and Substrate P (substrate stage PST), the liquids LQ of the space between the land side 75 and Substrate P (substrate stage PST) are collected through the recovery opening 22 with a gas part (air bubbles).

[0150]

While carrying out immersion exposure of the substrate P and forming the immersion field AR 2, circulation way 131' connected to the slot 73 was closed, and the drive of an aspirator 132 has stopped. Therefore, even if it is the case where Substrate P (substrate stage PST) is moved to the immersion field AR 2 currently formed as covers the projection field AR 1. Since some liquids LQ of the immersion field AR 2 frequent the slot 73 by which atmospheric-air disconnection is carried out through the hole 134 (arrow-head F3 reference among drawing 22), the immersion field AR 2 can be expanded or inconvenient generating of the liquid LQ of the immersion field AR 2 flowing out can be prevented.

[0151]

moreover, when immersion exposure of Substrate P is completed and the liquids LQ between nozzle member 70" and Substrate P (substrate stage PST) are collected altogether. While a control unit CONT performs liquid recovery actuation through the liquid recovery opening 22 by the liquid recovery device 20. Circulation way 131' connected to the slot 73 is opened, an aspirator 132 is driven, the building envelope of a slot 73 is made into negative pressure, and liquid recovery actuation through opening 73A of a slot 73 is also performed in parallel. Thus, the liquid LQ between nozzle member 70" and Substrate P (substrate stage PST) is certainly recoverable more in a short time by using opening 73A nearest to Substrate P (substrate stage PST). In this case, compared with the magnitude of opening 73A which functions as recovery opening of Liquid LQ, since the hole 134 for atmospheric-air disconnection is small, it can make the slot 73 interior sufficient negative pressure, and can collect Liquids LQ. moreover, the liquid recovery actuation using [ when collecting altogether the liquids LQ between nozzle member 70" and Substrate P (substrate stage PST) ] the liquid recovery opening 22 or opening 73A -- in addition, a gas may be made to blow off from the liquid feed hopper 140

[0152]

In addition, as long as it is extent which can maintain the conditions (configuration etc.) of the immersion field AR 2 while carrying out immersion exposure of the substrate P, and forming the immersion field AR 2, circulation way 131' connected to the slot 73 may be opened, and an aspirator 132 may be driven. By carrying out like this, the air bubbles in Liquid LQ are recoverable through a slot 73.

[0153]

Moreover, upper limit section 130B of a slot 130 and an aspirator (inhalation-of-air system) 135 are connected, and you may make it connect exhaust-port 130A and an aspirator 135 through a slot 130, as shown in drawing 24. And an aspirator 135 is driven, the inside of a slot 130 is made into negative pressure, and you may make it discharge the gas of space G2 compulsorily at the time of supply initiation of the liquid LQ for forming the immersion field AR 2, for example. Also by carrying out like this, inconvenient generating that a gas will stop at space G2 can be prevented, and it can prevent un-arranging [ by which a gas part (air bubbles) is generated in Liquid LQ ]. Moreover, immersion exposure of the substrate P may be carried out driving an aspirator 135, and you may make it stop the drive of an aspirator 135 during immersion exposure of Substrate P.

[0154]

In addition, although nozzle member 70" consists of three members, the 1st, the 2nd, and the part III material 171, 172, and 173, it may consist of one member and may consist of two or more members other than three.

[0155]

<The 9th operation gestalt>

Drawing 25 is drawing showing the 9th operation gestalt. The characteristic part of this operation gestalt is in the point that the width of face D2 of passage 182F formed of the 2nd guide section 182 is smaller than the width of face D1 of passage 181F formed of passage 181F formed of the 1st guide section 181. By carrying out like this, the rate of flow of the liquid LQ which flows passage 182F formed of the 2nd guide section 182 can be raised to the rate of flow of the liquid LQ which flows passage 181F formed of the 1st guide section 181. Therefore, the gas (air bubbles) of the optical-path space of the exposure light EL can be discharged quickly and smoothly on the outside of the optical-path space of the exposure light EL by the flow of the accelerated liquid LQ.

[0156]

<The 10th operation gestalt>

Drawing 26 is drawing showing the 10th operation gestalt. The characteristic part of this operation gestalt has the width of face D2 of passage 182F formed of the 2nd guide section 182 in the point currently formed so that it may narrow gradually toward the 2nd location (or downstream of the 2nd guide section 182) in which exhaust-port 130A is prepared from the optical-path space (upstream of the projection field AR 1 or the 2nd guide section 182) of the exposure light EL. Even if it is such a configuration, the rate of flow of the liquid LQ which flows passage 182F formed of the 2nd guide section 182 can be raised to the rate of flow of the liquid LQ which flows passage 181F formed of the 1st guide section 181, and a gas (air bubbles) can be discharged quickly and smoothly on the outside of the optical-path space of the exposure light EL.

[0157]

&lt;The 11th operation gestalt&gt;

Drawing 27 is drawing showing the 11th operation gestalt. The connection 190 of the 1st guide section 181 and the 2nd guide section 182 is formed in the shape of a straight line, and the characteristic part of this operation gestalt has it in the point that the corner is formed between the 1st guide section 181 and the 2nd guide section 182. Even if it is such a configuration, generation of a vortex can be controlled, it can prevent that a gas (air bubbles) stops at the liquid LQ of the optical-path space of the exposure light EL, and a gas (air bubbles) can be discharged on the outside of the optical-path space of the exposure light EL.

[0158]

&lt;The 12th operation gestalt&gt;

Drawing 28 is drawing showing the 12th operation gestalt. The inside of passage 181F in which the characteristic part of this operation gestalt is formed of the 1st guide section 181, The predetermined field near the liquid feed hopper 140A (depth) is formed so that it may narrow gradually toward the optical-path space (projection field AR 1) of the exposure light EL from liquid feed hopper 140A (from the upstream to a lower stream of a river). The predetermined field near the exhaust-port 130A (depth) is in the point currently formed so that it may spread gradually toward exhaust-port 130A from the optical-path space (projection field AR 1) of the exposure light EL (from the upstream to a lower stream of a river) among passage 182F formed of the 2nd guide section 182. Moreover, in this operation gestalt, the 1st guide section 181 and the 2nd guide section 182 intersect the right angle mostly. Even if it is such a configuration, generation of a vortex can be controlled, it can prevent that a gas (air bubbles) stops at the liquid LQ of the optical-path space of the exposure light EL, and a gas (air bubbles) can be discharged on the outside of the optical-path space of the exposure light EL.

[0159]

&lt;The 13th operation gestalt&gt;

Drawing 29 is drawing showing the 13th operation gestalt. The characteristic part of this operation gestalt is in the point that only one liquid feed hopper 140A is prepared. And passage 181F formed of the 1st guide section 181 and passage 182F which were formed of the 2nd guide section 182 lie at right angles mostly, and opening 74' is formed in the shape of plane view abbreviation for T characters. Even if it is such a configuration, generation of a vortex can be controlled, it can prevent that a gas (air bubbles) stops at the liquid LQ of the optical-path space of the exposure light EL, and a gas (air bubbles) can be discharged on the outside of the optical-path space of the exposure light EL.

[0160]

&lt;The 14th operation gestalt&gt;

Drawing 30 is drawing showing the 14th operation gestalt. Passage 181F formed of the 1st guide section 181 and passage 182F which were formed of the 2nd guide section 182 do not intersect perpendicularly, but the characteristic part of this operation gestalt is in the point which crosses at an angle of predetermined [ other than 90 degrees ]. Moreover, liquid feed hopper 140 A (the 1st location) is prepared in the location which shifted to theta Z direction from the location located in a line about the projection field AR 1 and Y shaft orientations among the fields of the outside of the optical-path space (projection field AR 1) of the exposure light EL, and is prepared in the location which shifted to a theta Z direction from the location where exhaust-port 130A (the 2nd location) was also located in a line about the projection field AR 1 and X shaft orientations. Even if it is such a configuration, generation of a vortex can be controlled, it can prevent that a gas (air bubbles) stops at the liquid LQ of the optical-path space of the exposure light EL, and a gas (air bubbles) can be discharged on the outside of the optical-path space of the exposure light EL.

[0161]

&lt;The 15th operation gestalt&gt;

Drawing 31 is drawing showing the 15th operation gestalt. The characteristic part of this operation gestalt is in the point of liquid feed hopper 140A and exhaust-port 130A prepared in each of three predetermined locations among the fields of the outside of the optical-path space of the exposure light EL, respectively. In this operation gestalt, in the field of the outside of the optical-path space (projection field AR 1) of the exposure light EL, liquid feed hopper 140A and exhaust-port 130A are mostly arranged by turns at equal intervals so that the optical axis AX of projection optics PL may be surrounded. And two or more passage 181F formed of the 1st guide section 181 and two or more passage 182F which were formed of the 2nd guide section 182 cross mutually at the predetermined include angle. Even if it is such a configuration, generation of a vortex can be controlled, it can prevent that a gas (air bubbles) stops at the liquid LQ of the optical-path space of the exposure light EL, and a gas (air bubbles) can be discharged on the outside of the optical-path space of the exposure light EL.

[0162]

&lt;The 16th operation gestalt&gt;

Drawing 32 is drawing showing the 16th operation gestalt. The characteristic part of this operation gestalt is prepared in the location where liquid feed hopper 140A (the 1st location) was located in a line about the projection field AR 1 and Y shaft orientations among the fields of the outside of the optical-path space (projection field AR 1) of the exposure light EL, and exhaust-port 130A (the 2nd location) is prepared in the location which shifted from the location located in a line about the projection field AR 1 and X shaft orientations to theta Z direction. In this operation gestalt, exhaust-port 130A is prepared in the location which shifted from the location located in a line about the projection field AR 1 and X shaft orientations among the fields of the outside of the optical-path space (projection field AR 1) of the exposure light EL to theta Z direction about 45 degrees. Moreover, bottom plate section (guide member) 172D has the 1st guide section 181 which forms the flow which goes to the optical-path space of the exposure light EL from liquid feed hopper 140A, and the 2nd guide section 182 which forms the flow which goes to exhaust-port 130A from the optical-path space of the

exposure light EL. Passage 181F formed of the 1st guide section 181 pour Liquid LQ in accordance with about Y shaft orientations, the 1st which passage 181F and passage 182F formed of the 2nd guide section 182 cross at right angles on the other hand, and pours Liquid LQ in accordance with about X shaft orientations -- field 182Fa and the 1st -- the 2nd which pours the liquid LQ which flowed field 182Fa toward exhaust-port 130A -- it has field 182Fb, the 1st of passage 181F and passage 182F -- of field 182Fa, plane view abbreviation cross-joint-like opening 74' is formed. Even when the location in which liquid feed hopper 140A and exhaust-port 130A are prepared has constraint according to such a configuration, generation of a vortex can be controlled, it can prevent that a gas (air bubbles) stops at the liquid LQ of the optical-path space of the exposure light EL, and a gas (air bubbles) can be discharged on the outside of the optical-path space of the exposure light EL.

[0163]

In addition, if generation of a vortex can be controlled and the gas (air bubbles) can be discharged on the outside of the optical-path space of the exposure light EL, the configuration of Passage 181F and 182F according to the number of liquid feed hopper 140A and exhaust-port 130A, arrangement, liquid feed hopper 140A, and exhaust-port 130A etc. can be set as arbitration. for example, liquid feed hopper 140A and 130A exhaust ports or more -- more than one may be prepared, the number of liquid feed hopper 140A and exhaust-port 130A may differ mutually, and liquid feed hopper 140A and exhaust-port 130A may be arranged at intervals of the inequality. As for the configuration of Passage 181F and 182F according to the number of liquid feed hopper 140A and exhaust-port 130A, arrangement, liquid feed hopper 140A, and exhaust-port 130A etc., optimizing based on the result of an experiment or simulation is desirable so that generation of a vortex may be controlled and a gas (air bubbles) can be discharged on the outside of the optical-path space of the exposure light EL.

[0164]

in addition, above-mentioned the 8- in the 16th operation gestalt, although the immersion device 1 is pouring the liquid LQ supplied from liquid feed hopper 140A prepared in the 1st location by bottom plate section (guide member) 172D toward exhaust-port 130A in which it is prepared in the 2nd location, exhaust-port 130A may not be in the 2nd location. Even if there is no exhaust-port 130A, the gas part (air bubbles) in the optical-path space of the exposure light EL can be discharged on the outside of the optical-path space of the exposure light EL by the flow of Liquid LQ, and it can prevent that a gas stops into the liquid LQ of the optical-path space of the exposure light EL. On the other hand, a gas can be smoothly discharged from the optical-path space of the exposure light EL by preparing exhaust-port 130A in the 2nd location.

[0165]

moreover, above-mentioned the 8- although the immersion device 1 supplies Liquid LQ in accordance with Y shaft orientations to the projection field AR 1, for example X shaft-orientations both sides boil liquid feed hopper 140A, respectively, it prepares it to the projection field AR 1, and you may make it supply Liquid LQ in accordance with X shaft orientations in the 16th operation gestalt to the projection field AR 1

[0166]

in addition, the 1- mentioned above -- in the 16th operation gestalt, the slant face (inferior surface of tongue of a porous member) currently formed in the inferior surface of tongue of the nozzle member 70 may be a curved surface. moreover, the 2- explained with reference to drawing 9 - drawing 11 -- in the 4th operation gestalt, a wall 76 may be formed in the periphery of the inferior surface of tongue 2 of the porous member 25.

[0167]

in addition, the 1- mentioned above -- in the 16th operation gestalt, although the porous member 25 is arranged at the liquid recovery opening 22, the porous member 25 may not be. Also in such a case, by establish a slant face where spacing with the front face of Substrate P become large as it separate from the optical axis AX of the exposure light EL in the inferior surface of tongue of the nozzle member 70, and prepare liquid recovery opening in the predetermined location of the slant face, for example, the configuration of Interface LG can be maintain and it can prevent un-arrange [ of air bubbles be generate in the liquid LQ of the immersion field AR 2 ]. Moreover, magnitude of the immersion field AR 2 can also be made small.

[0168]

Moreover, as long as maintenance in the request condition is possible in the immersion field AR 2 of Liquid LQ, you may make it prepare liquid recovery opening in a field almost parallel (flat-tapped) to the land side 75 in the above-mentioned 1-16th operation gestalt, without forming a slant face in the inferior surface of tongue of the nozzle member 70, although liquid recovery opening is prepared in the slant face (inferior surface of tongue of a porous member) of the inferior surface of tongue of the nozzle member 70. that is, when the contact angle of the liquid LQ to Substrate P is large, or when the recovery capacity of the liquid LQ from the liquid recovery opening 22 is high, it can collect, without making Liquid LQ leak, even if it enlarges passing speed of Substrate P -- if it becomes -- the land side 75 -- almost -- parallel (for example, flat-tapped) -- you may make it prepare liquid recovery opening in a field

[0169]

moreover, above-mentioned the 1- in the 16th operation gestalt, although the wall 76 is formed in the periphery of the slant face (inferior surface of tongue of a porous member) currently formed in the inferior surface of tongue of the nozzle member 70, when exsorption of Liquid LQ is suppressed, a wall 76 can also be excluded.

[0170]

moreover, above-mentioned the 1- in the 16th operation gestalt, although the slot 73 which has Substrate P and opening 73A which counters is established in the nozzle member, this slot 73 may be omitted. In this case, what is necessary is just to collect altogether the liquids LQ by the side of the image surface of projection optics PL using the liquid recovery opening 22, in order to change the space by the side of the image surface of projection optics PL into the condition of not

immersing. In this case, when opening connected to the top face of bottom plate section 72D and the space G2 between optical elements LS 1 is formed like the 6-16th operation gestalt, you may make it collect Liquids LQ from that opening in parallel to liquid recovery actuation of the liquid recovery opening 22.

[0171]

moreover, above-mentioned the 1- the nozzle member 70 in the 6th operation gestalt, although a part of land side (flat part) 75 is formed between projection optics PL and Substrate P and the slant face (inferior surface of tongue of the porous member 25) is formed in the outside You may make it arrange a part of land side on the outside (perimeter) of the end face T1 of projection optics PL to the optical axis of projection optics PL, without arranging under projection optics PL. In this case, the land side 75 may be almost flat-tapped with the end face T1 of projection optics PL, and it may be separated from it of the location of Z shaft orientations of the land side 75 to + Z direction or - Z direction to the end face T1 of projection optics PL.

[0172]

moreover, above-mentioned the 1- although the liquid feed hopper 12 is formed in the shape of [ annular ] a slit so that the projection field AR 1 may be surrounded, you may make it prepare two or more left feed hoppers in the 5th operation gestalt In this case, although especially the location of a feed hopper is not limited, a feed hopper can also be prepared in every one both sides (the both sides of X shaft orientations, or both sides of Y shaft orientations) of the projection field AR 1, and a feed hopper can also be prepared in the X-axis of the projection field AR 1, and every (a total of four) one both sides of Y shaft orientations. Moreover, if the desired immersion field AR 2 can be formed, it is also good to prepare one feed hopper in the location left in the predetermined direction to the projection field AR 1. Moreover, when supplying Liquid LQ from two or more feed hoppers, adjustment of the amount of the liquid LQ supplied from each feed hopper is enabled, and you may make it supply the liquid of an amount which is different from each feed hopper.

[0173]

moreover, above-mentioned the 1- in the 16th operation gestalt, although the optical element LS 1 of projection optics PL is a lens element which has refractive power, the plane-parallel plate of non-refractive power may be used as an optical element LS 1.

[0174]

moreover, above-mentioned the 1- although he is trying to fill the optical-path space by the side of the image surface of the optical element LS 1 of projection optics PL (inferior-surface-of-tongue side) with Liquid LQ in the 16th operation gestalt -- the [ international public presentation ] -- the configuration which fills the optical-path space of both by the side of the top face of the optical element LS 1 of projection optics PL and an inferior surface of tongue with a liquid is also employable as indicated by the No. 2004/019128 pamphlet.

[0175]

As mentioned above, the liquid LQ in this operation gestalt is constituted by pure water. Pure water has an advantage without the bad influence to a photoresist, an optical element (lens), etc. on Substrate P while being able to come to hand in large quantities easily by a semi-conductor plant etc. Moreover, since the content of an impurity is very low, pure water can also expect the operation which washes the front face of Substrate P, and the front face of an optical element established in the apical surface of projection optics PL, while not having a bad influence to an environment. In addition, when the purity of the pure water supplied from works etc. is low, you may make it an aligner have an ultrapure water manufacture machine.

[0176]

And when the refractive index  $n$  of the pure water(water) to the exposure light EL whose wavelength is about 193nm is called about 1.44 and ArF excimer laser light (wavelength of 193nm) is used as the light source of the exposure light EL, on Substrate P, it is short-wavelength-ized by  $1/\text{about } n$ , i.e., about 134nm, and high resolution is obtained. Furthermore, when what is necessary is just to be able to secure the depth of focus comparable as the case where it is used in air since the depth of focus is expanded [  $\text{be} / \text{it} / \text{under} / \text{air} / \text{comparing}$  ] to about about  $n$  times, i.e., about 1.44 times, it can make the numerical aperture of projection optics PL increase more, and its resolution improves also at this point.

[0177]

In addition, as mentioned above, when an immersion method is used, the numerical aperture NA of projection optics may be set to 0.9-1.3. Thus, since the image formation engine performance may get worse according to the polarization effectiveness with the random polarization light used as an exposure light from the former when the numerical aperture NA of projection optics becomes large, it is desirable to use polarization lighting. In that case, it is good to perform linearly polarized light lighting set by the longitudinal direction of Rhine [ of a mask (reticle) ] -, and the Rhine pattern of - tooth-space pattern, and for many diffracted lights of S polarization component (TE polarization component), i.e., the polarization direction component in alignment with the longitudinal direction of the Rhine pattern, to be made to be injected from the pattern of a mask (reticle). When between projection optics PL and the resists applied to the substrate P front face is filled with the liquid, Since the permeability on the front face of a resist of the diffracted light of S polarization component (TE polarization component) which contributes to improvement in contrast becomes high compared with the case where between projection optics PL and the resists applied to the substrate P front face is filled with air (gas), Even when the numerical aperture NA of projection optics exceeds 1.0, the high image formation engine performance can be obtained. Moreover, it is still more effective if the oblique incidence illumination (especially dipole illumination) doubled with the longitudinal direction of the Rhine pattern which is indicated by a phase shift mask and JP,6-188169,A is combined suitably. Especially the combination of linearly polarized light illumination and dipole illumination is effective, when the periodic direction of Rhine - and - tooth-space pattern is restricted to the predetermined one direction, or when crowded with hole patterns along a predetermined one direction. For example, the

phase shift mask (about [ half pitch 45nm ] pattern) of the halftone mold of 6% of transmission When using together and illuminating linearly polarized light illumination and dipole illumination, the radius of each flux of light [ in / for the lighting sigma specified by the circumscribed circle of the 2 flux of lights which form a dipole in the pupil surface of an illumination system / 0.95 and the pupil surface of those ] 0.125sigma, If numerical aperture of projection optics PL is set to NA=1.2, the depth of focus (DOF) can be made to increase [ rather than ] by about 150nm using random polarization light.

[0178]

Moreover, make ArF excimer laser into exposure light, for example, and the projection optics PL of about 1/4 contraction scale factor is used. In the case so that detailed Rhine - and - tooth-space pattern (for example, about 25-50nm Rhine - and - tooth space) may be exposed on Substrate P Depending on the structure (for example, whenever [ of a pattern / detailed ], and thickness of chromium) of Mask M Mask M acts as a polarizing plate according to the Wave guide effectiveness, and many diffracted lights of S polarization component (TE polarization component) come to be injected from Mask M from the diffracted light of P polarization component (TM polarization component) to which contrast is reduced. In this case, although it is desirable to use above-mentioned linearly polarized light lighting, even if it illuminates Mask M with random polarization light, the numerical aperture NA of projection optics PL can obtain high definition ability like 0.9-1.3, even when large.

[0179]

moreover, the pole on Mask M, although P polarization component (TM polarization component) may become larger than S polarization component (TE polarization component) according to the Wire Grid effectiveness when exposing detailed Rhine - and - tooth-space pattern on Substrate P For example, make ArF excimer laser into exposure light, and the projection optics PL of about 1/4 contraction scale factor is used. In exposing larger Rhine - than 25nm and - tooth-space pattern on Substrate P Since more diffracted lights of S polarization component (TE polarization component) than the diffracted light of P polarization component (TM polarization component) are injected from Mask M, the numerical aperture NA of projection optics PL can obtain high definition ability like 0.9-1.3, even when large.

[0180]

Furthermore, the combination of the polarization illumination and oblique incidence illumination which carry out the linearly polarized light is also effective for the direction of a tangent (periphery) of the circle centering on an optical axis as indicated by not only the linearly polarized light lighting (S polarization lighting) set by the longitudinal direction of the Rhine pattern of a mask (reticle) but JP,6-53120,A. Not only in the Rhine pattern with which the pattern of a mask (reticle) is especially prolonged in a predetermined one direction When the Rhine pattern prolonged in the direction in which plurality differs is intermingled (Rhine - and - tooth-space pattern with which the periodic directions differ are intermingled) Even when the numerical aperture NA of projection optics is large, the high image formation engine performance can be obtained by using together the polarization illumination and zona-orbicularis illumination which carry out the linearly polarized light to the tangential direction of the circle centering on an optical axis, as similarly indicated by JP,6-53120,A. For example, the phase shift mask (about [ half pitch 63nm ] pattern) of the halftone mold of 6% of transmission When using together and illuminating the polarization illumination and zona-orbicularis illumination (zona-orbicularis ratios 3/4) which carry out the linearly polarized light to the tangential direction of the circle centering on an optical axis, if lighting sigma is set to NA=1.00, the numerical aperture of 0.95 and projection optics PL The depth of focus (DOF) can be made to be able to increase [ rather than ] by about 250nm, and the depth of focus can be made to increase by about 100nm by numerical-aperture NA=1.2 of projection optics by the pattern which is about half pitch 55nm using random polarization light.

[0181]

With this operation gestalt, the optical element LS 1 is attached at the tip of projection optics PL, and this lens can perform the optical property of projection optics PL, for example, adjustment of aberration (spherical aberration, comatic aberration, etc.). In addition, as an optical element attached at the tip of projection optics PL, you may be the optical plate used for adjustment of the optical property of projection optics PL. Or you may be the plane-parallel plate which can penetrate the exposure light EL.

[0182]

In addition, when the pressure between the optical elements at the tip of projection optics PL and Substrates P which are produced by the flow of Liquid LQ is large, the optical element may not be made exchangeable, but you may fix strongly so that an optical element may not move with the pressure.

[0183]

In addition, with this operation gestalt, although it is the configuration currently filled with Liquid LQ between projection optics PL and a substrate P front face, it may be the configuration of filling Liquid LQ where the cover glass which consists of a plane-parallel plate is attached in the front face of Substrate P, for example.

[0184]

Moreover, although the projection optics PL of the operation gestalt explained using drawing 1 - drawing 18 is filling the optical-path space by the side of the image surface of the optical element at a tip with the liquid, it can also adopt the projection optics which also fills the optical-path space by the side of the mask M of an optical element LS 1 with a liquid as indicated by the international public presentation/[ 2004th ] No. 019128 pamphlet.

[0185]

In addition, although the liquid LQ of this operation gestalt is water, since this F2 laser beam does not penetrate water when the light source of for example, the exposure light EL which may be liquids other than water is F2 laser, you may be fluorine system fluids which can penetrate F2 laser beam as a liquid LQ, such as fault polyether [ for example, ] fluoride (PFPE) and fluorine system oil. In this case, into the part in contact with Liquid LQ, it lyophilic-ization-

processes by forming a thin film by the matter of the polar small molecular structure containing a fluorine. Moreover, if it considers as Liquid LQ, there is permeability over the exposure light EL, a refractive index is high as much as possible, and it is also possible to use a stable thing (for example, cedar oil) to the photoresist applied to projection optics PL and a substrate P front face. Also in this case, surface treatment is performed according to the polarity of the liquid LQ to be used.

[0186]

In addition, although the inferior surface of tongue T1 of an optical element LS 1 and the space between Substrates P are filled with the condition of having made the inferior surface of tongue T1 and Substrate P of an optical element LS 1 countering, with the liquid LQ 1 in drawing 1 and the explanation using 4, 15, 16, 18, 21, 22, and 24 Also when projection optics PL and other members (for example, top face 91 of a substrate stage etc.) have countered, it cannot be overemphasized that between projection optics PL and other members can be filled with a liquid.

[0187]

In addition, as a substrate P of each above-mentioned operation gestalt, not only the semi-conductor wafer for semiconductor device manufacture but the glass substrate for display devices, the mask used with the ceramic wafer for the thin film magnetic heads or an aligner or the original edition (synthetic quartz, silicon wafer) of a reticle, etc. is applied.

[0188]

In addition, in an above-mentioned operation gestalt, although the light transmission mold mask (reticle) in which the predetermined protection-from-light pattern (or a phase pattern and extinction pattern) was formed on the substrate of light transmission nature was used, based on the electronic data of the pattern which should be exposed, the electronic mask which forms a transparency pattern, a reflective pattern, or a luminescence pattern may be used as it replaces with this reticle, for example, is indicated by the U.S. Pat. No. 6,778,257 official report.

[0189]

Moreover, this invention is applicable also to the aligner (lithography system) which forms Rhine - and - tooth-space pattern on Wafer W by forming an interference fringe on Wafer W as indicated by the international public presentation/ [ 2001st ] No. 035168 pamphlet.

[0190]

It is applicable also to the projection aligner (stepper) of the step-and-repeat method which one-shot exposure of the pattern of Mask M is carried out [ method ] in the condition of having stood still Mask M and Substrate P other than the scanning aligner (scanning stepper) of step - which carries out the synchronized drive of Mask M and the substrate P, and carries out scan exposure of the pattern of Mask M as an aligner EX, and - scanning method, and carries out step migration of the substrate P one by one.

[0191]

Moreover, it is applicable also to the aligner of the method which carries out one-shot exposure of the contraction image of the 1st pattern on Substrate P as an aligner EX using projection optics (for example, refraction mold projection optics which does not contain a reflective component for 1 / 8 contraction scale factor) in the condition of having stood the 1st pattern and Substrate P still mostly. In this case, it is applicable also to the package aligner of the SUTITCHI method which carries out one-shot exposure of the contraction image of the 2nd pattern to the 1st pattern and a partial target on Substrate P in piles further after that using that projection optics in the condition of having stood the 2nd pattern and Substrate P still mostly. Moreover, as an aligner of a SUTITCHI method, at least two patterns are partially imprinted in piles on Substrate P, and it can apply also to the aligner of step - which carries out sequential migration of the substrate P, and - SUTITCHI method.

[0192]

Moreover, this invention is applicable also to the aligner of the twin stage mold currently indicated by JP,10-163099,A, JP,10-214783,A, the \*\* table No. 505958 [ 2000 to ] official report, etc.

[0193]

Furthermore, this invention is applicable also to the aligner equipped with the substrate stage holding Substrate P, and the measurement stage in which the criteria member in which the reference mark was formed, and various kinds of photoelectrical sensors were carried as indicated by JP,11-135400,A.

[0194]

As a class of aligner EX, it is not restricted to the aligner for semiconductor device manufacture which exposes a semiconductor device pattern to Substrate P, but can apply to the aligner for manufacturing an aligner, the thin film magnetic head, an image sensor (CCD), a reticle or a mask for the object for liquid crystal display component manufacture, or display manufacture, etc. widely.

[0195]

When using a linear motor (USP5,623,853 or USP5,528,118 reference) for the substrate stage PST and a mask stage MST, whichever of the magnetic levitation mold using the air surfacing mold and the Lorentz force, or the reactance force which air bearing was used may be used. Moreover, the type which moves along with a guide is sufficient as each stages PST and MST, and they may be guide loess types which do not prepare a guide.

[0196]

The flat-surface motor which the magnet unit which has arranged the magnet to two dimensions, and the armature unit which has arranged the coil to two dimensions are made to counter as a drive of each stages PST and MST, and drives each stages PST and MST according to electromagnetic force may be used. In this case, what is necessary is to connect either of a magnet unit and an armature unit to Stages PST and MST, and just to establish another side of a magnet unit and an armature unit in the migration side side of Stages PST and MST.

[0197]

The reaction force generated by migration of the substrate stage PST may be mechanically missed to the floor (earth) using a frame member as indicated by JP,8-166475,A (USP5,528,118), so that it may not get across to projection optics PL.

[0198]

The reaction force generated by migration of a mask stage MST may be mechanically missed to the floor (earth) using a frame member as indicated by JP,8-330224,A (US S/N 08/416,558), so that it may not get across to projection optics PL.

[0199]

as mentioned above, the aligner EX of this application operation gestalt -- this application -- it is manufactured by assembling the various subsystems containing each component mentioned to the claim so that a predetermined mechanical precision, electric precision, and optical precision may be maintained. In order to secure these various precision, before and after this assembly, adjustment for attaining electric precision is performed about the adjustment for attaining mechanical precision about the adjustment for attaining optical precision about various optical system, and various mechanical systems, and various electric systems. Like the assembler from various subsystems to an aligner, the mechanical connections between [ various ] subsystems, wiring connection of an electrical circuit, piping connection of an atmospheric-pressure circuit, etc. are included. It cannot be overemphasized that it is in the front like the assembler from these various subsystems to an aligner like the assembler of each subsystem each. If it ends like the assembler to the aligner of various subsystems, comprehensive adjustment will be performed and the various precision as the whole aligner will be secured. In addition, as for manufacture of an aligner, it is desirable to carry out in the clean room where temperature, an air cleanliness class, etc. were managed.

[0200]

As micro devices, such as a semiconductor device, are shown in drawing 33 With the aligner EX of step 201 which performs the function and engine-performance design of a micro device, step 202 which manufactures the mask (reticle) based on this design step, step 203 which manufactures the substrate which is the base material of a device, and the operation gestalt mentioned above It is manufactured through the exposure processing step 204 which exposes the pattern of a mask to a substrate, the device assembly step (a dicing process, a bonding process, and a package process are included) 205, and inspection step 206 grade.

[Brief Description of the Drawings]

[0201]

[Drawing 1] It is the outline block diagram showing the 1st operation gestalt of the aligner of this invention.

[Drawing 2] It is the outline perspective view in which it is shown near the nozzle member concerning the 1st operation gestalt.

[Drawing 3] It is the perspective view which looked at the nozzle member concerning the 1st operation gestalt from the bottom.

[Drawing 4] It is the sectional side elevation in which it is shown near the nozzle member concerning the 1st operation gestalt.

[Drawing 5] It is the outline block diagram showing 1 operation gestalt of a liquid recovery device.

[Drawing 6] It is a mimetic diagram for explaining the principle of the liquid recovery actuation by the liquid recovery device.

[Drawing 7] It is a mimetic diagram for explaining the liquid recovery actuation concerning the 1st operation gestalt.

[Drawing 8] It is the mimetic diagram showing the example of a comparison of liquid recovery actuation.

[Drawing 9] It is the mimetic diagram showing the nozzle member concerning the 2nd operation gestalt.

[Drawing 10] It is the mimetic diagram showing the nozzle member concerning the 3rd operation gestalt.

[Drawing 11] It is the mimetic diagram showing the nozzle member concerning the 4th operation gestalt.

[Drawing 12] It is the perspective view seen from the bottom which shows the nozzle member concerning the 5th operation gestalt.

[Drawing 13] It is the outline perspective view in which it is shown near the nozzle member concerning the 6th operation gestalt.

[Drawing 14] It is the perspective view which looked at the nozzle member concerning the 6th operation gestalt from the bottom.

[Drawing 15] It is the sectional side elevation in which it is shown near the nozzle member concerning the 6th operation gestalt.

[Drawing 16] It is drawing for explaining an operation of the nozzle member concerning the 6th operation gestalt.

[Drawing 17] It is the perspective view which looked at the nozzle member concerning the 7th operation gestalt from the bottom.

[Drawing 18] It is the sectional side elevation in which it is shown near the nozzle member concerning the 7th operation gestalt.

[Drawing 19] It is the outline perspective view in which it is shown near the nozzle member concerning the 8th operation gestalt.

[Drawing 20] It is the perspective view which looked at the nozzle member concerning the 8th operation gestalt from the bottom.

[Drawing 21] It is the sectional side elevation in which it is shown near the nozzle member concerning the 8th operation gestalt.

[Drawing 22] It is the sectional side elevation in which it is shown near the nozzle member concerning the 8th operation



gestalt.

[Drawing 23] It is the top view showing the guide member concerning the 8th operation gestalt.

[Drawing 24] It is the sectional side elevation in which it is shown near the nozzle member concerning the 8th operation gestalt.

[Drawing 25] It is the top view showing the guide member concerning the 9th operation gestalt.

[Drawing 26] It is the top view showing the guide member concerning the 10th operation gestalt.

[Drawing 27] It is the top view showing the guide member concerning the 11th operation gestalt.

[Drawing 28] It is the top view showing the guide member concerning the 12th operation gestalt.

[Drawing 29] It is the top view showing the guide member concerning the 13th operation gestalt.

[Drawing 30] It is the top view showing the guide member concerning the 14th operation gestalt.

[Drawing 31] It is the top view showing the guide member concerning the 15th operation gestalt.

[Drawing 32] It is the top view showing the guide member concerning the 16th operation gestalt.

[Drawing 33] It is the flow chart Fig. showing an example of the production process of a semiconductor device.

[Description of Notations]

[0202]

1 [ -- Liquid recovery opening, 25 / -- A porous member, ] -- An immersion device, 2 -- A slant face, 12 -- A liquid feed hopper, 22 7070', 70" -- A nozzle member, 71D, 72D -- Bottom plate section (plate-like part material), 73 [ -- Land side (flat part), ] -- A slot, 73A -- Opening, 74, 74' -- Opening, 75 76 [ -- Liquid feed hopper, ] -- A wall, 130A -- An exhaust port, 135 -- An aspirator (inhalation-of-air system), 140A 172D -- The bottom plate section (a member, guide member), 181 -- The 1st guide section, 181F -- Passage, 182 [ -- An immersion field, AX / -- An optical axis, EL / -- Exposure light, EX / -- An aligner, G2 / -- A clearance (space), LQ / -- A liquid, P / -- A substrate, PL / -- Projection optics, T1 / -- End face ] -- The 2nd guide section, 182F -- Passage, AR1 -- A projection field, AR2

[Translation done.]



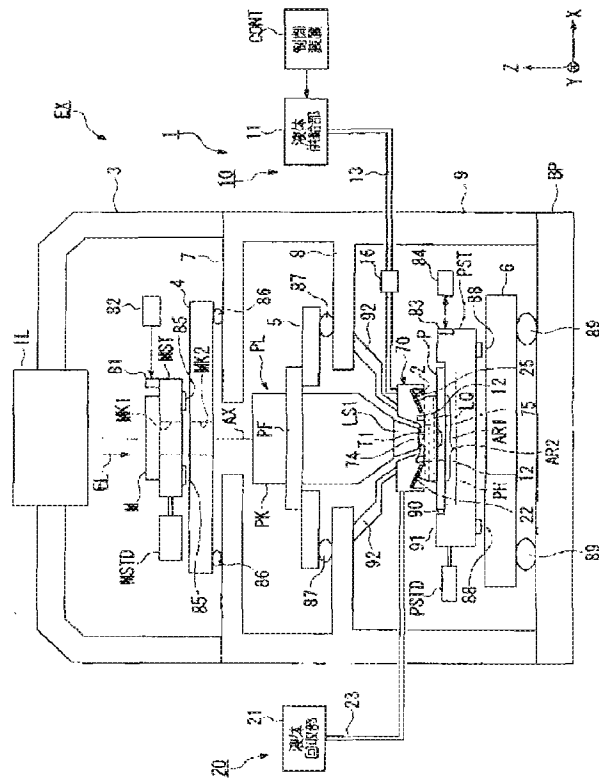
## \* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

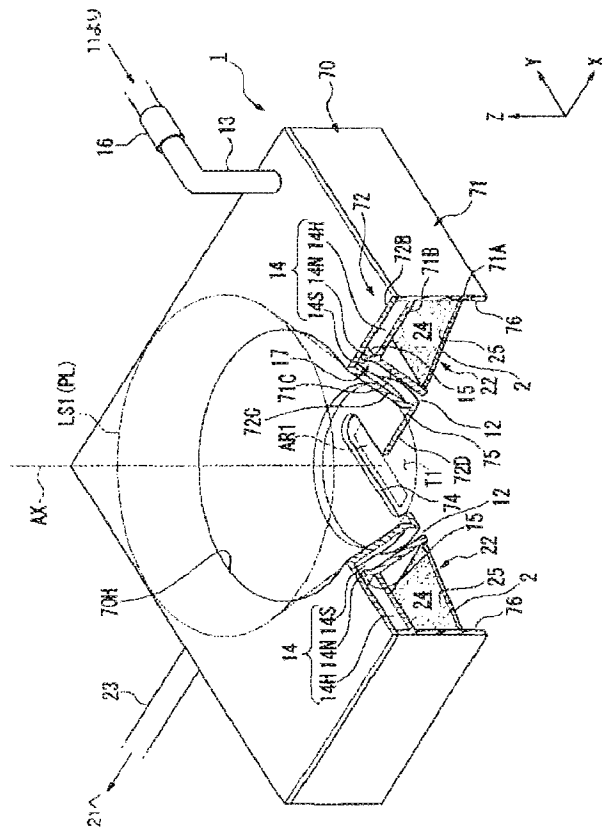
- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

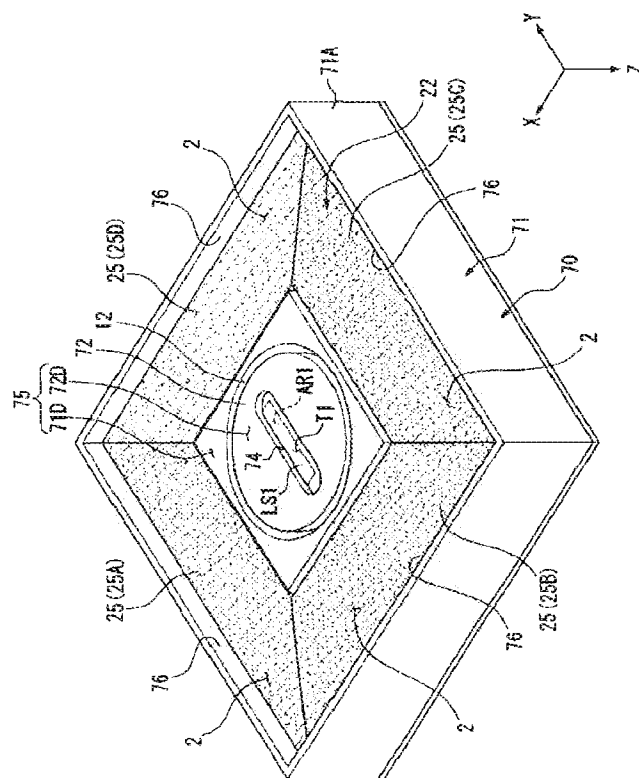
[Drawing 1]



[Drawing 2]



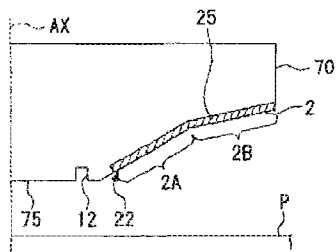
[Drawing 3]



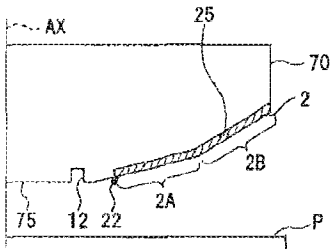




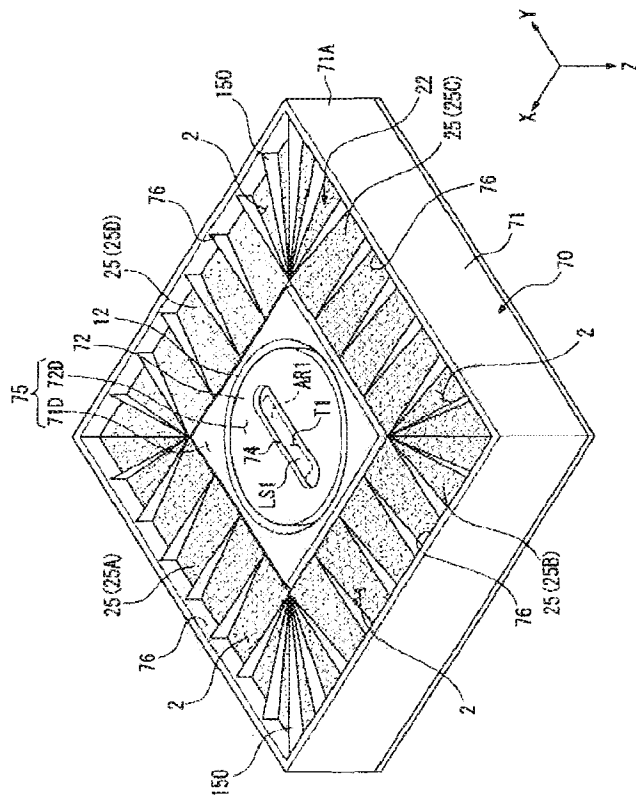
[Drawing 10]



[Drawing 11]

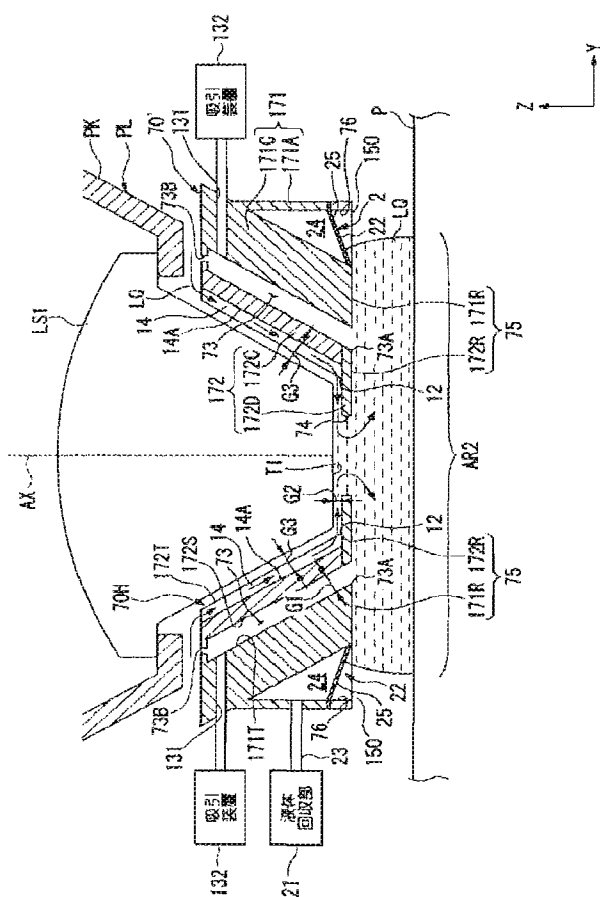


[Drawing 12]

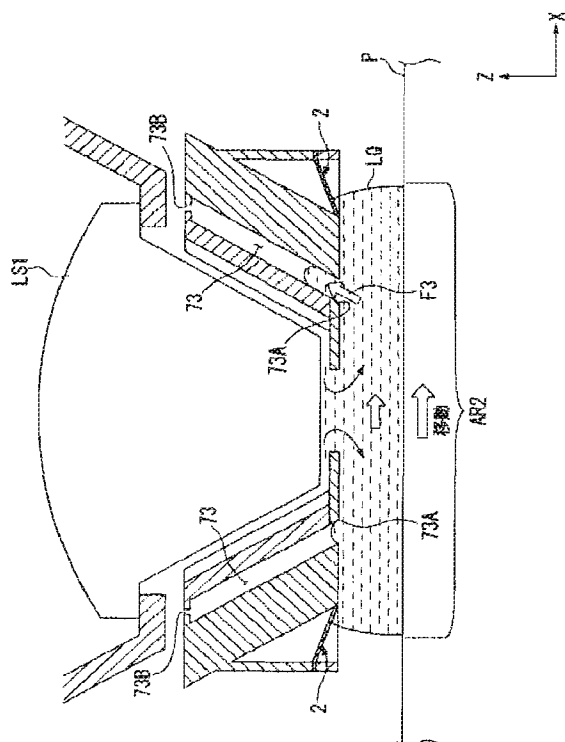


[Drawing 13]



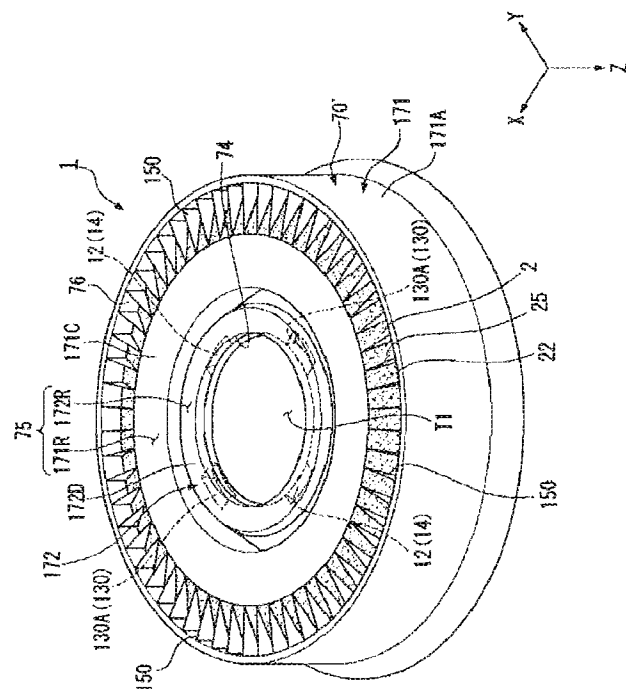


[Drawing 16]

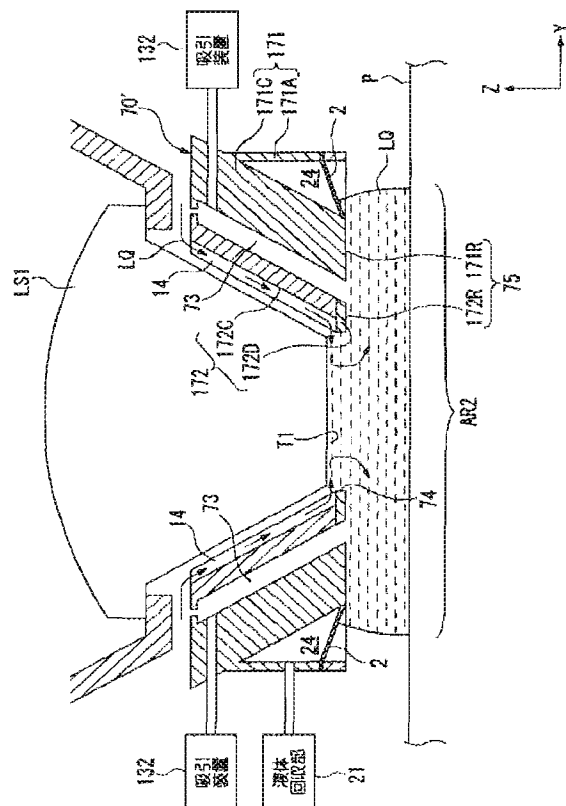




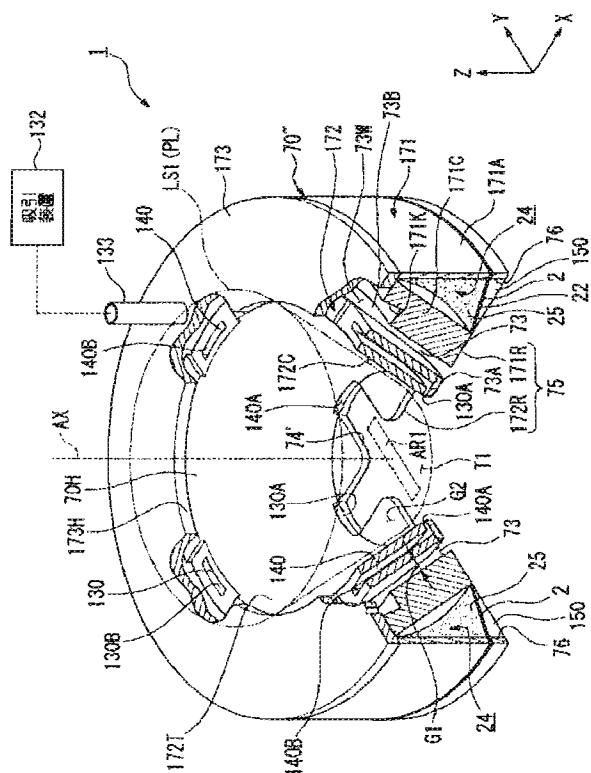
[Drawing 17]



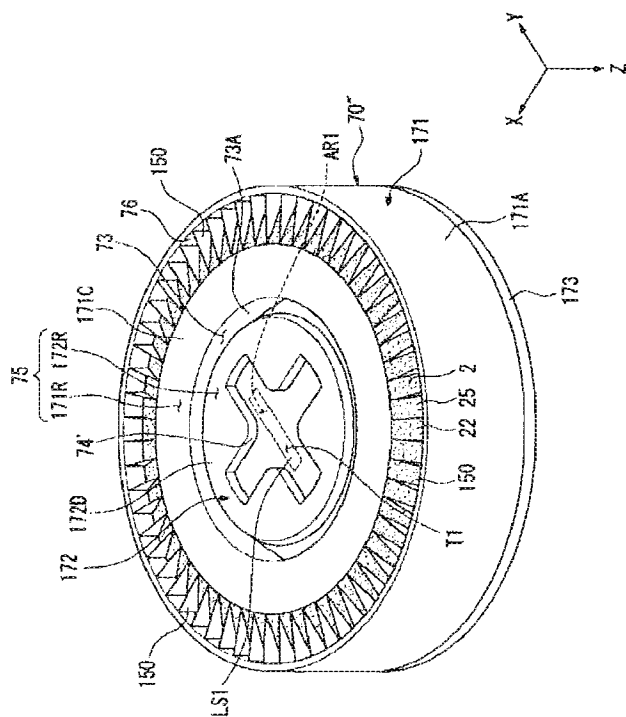
[Drawing 18]



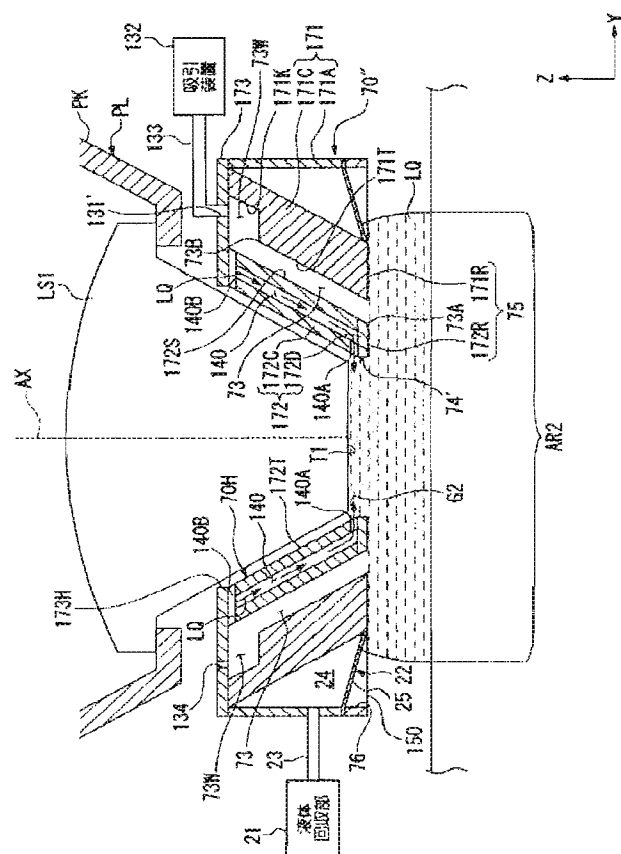
[Drawing 19]



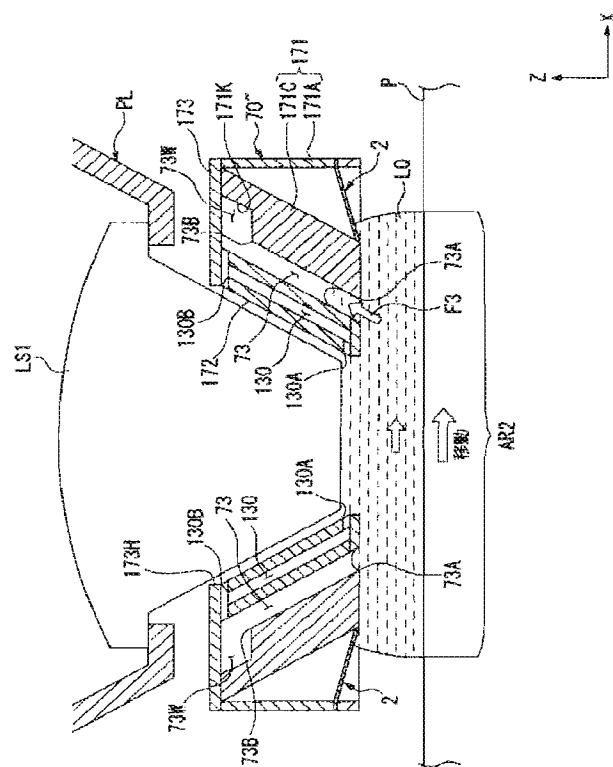
[Drawing 20]



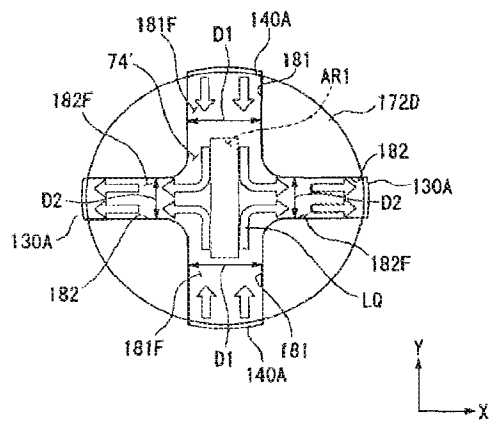
[Drawing 21]



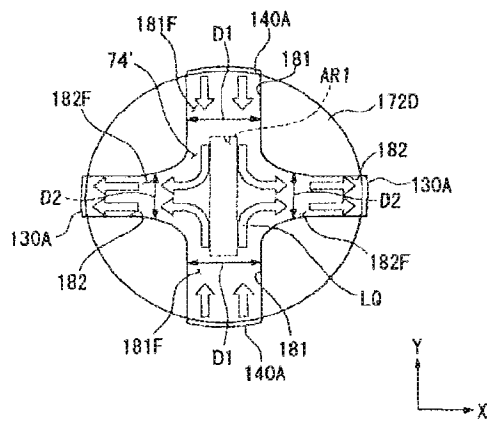
[Drawing 22]



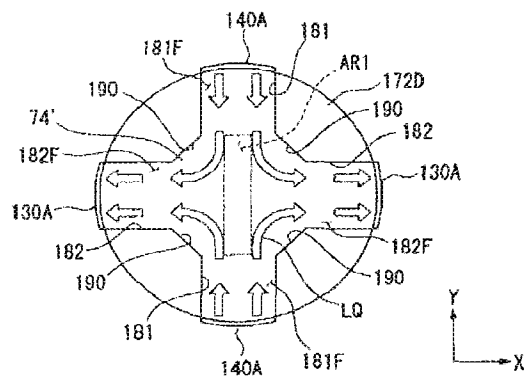




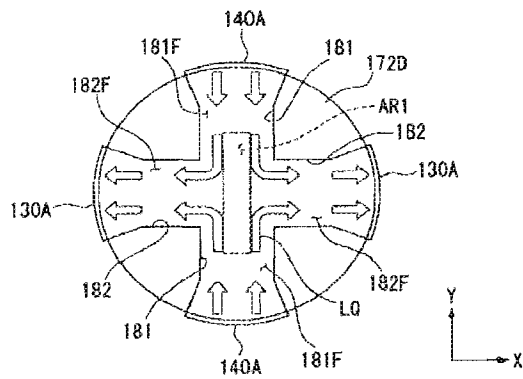
[Drawing 26]



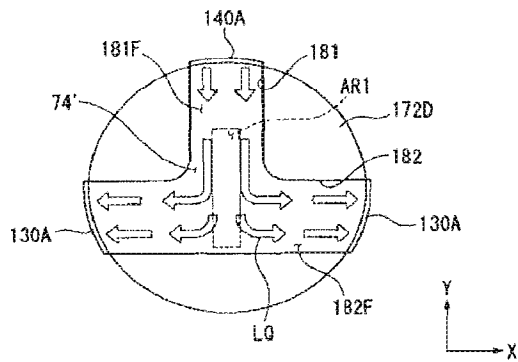
[Drawing 27]



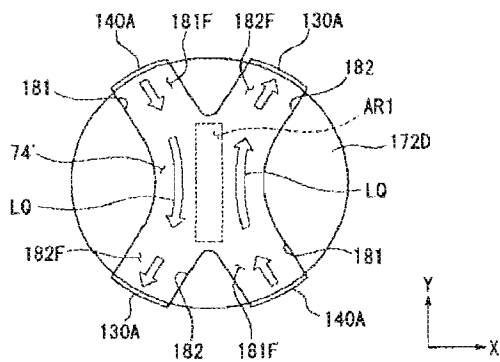
[Drawing 28]



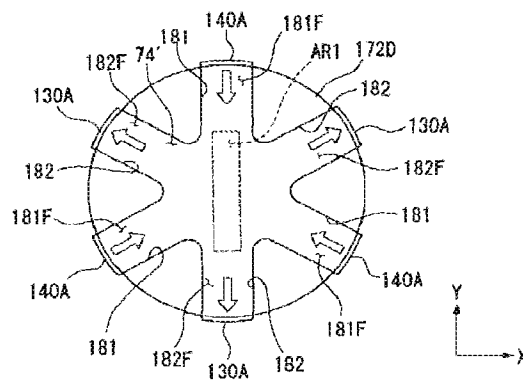
[Drawing 29]



[Drawing 30]



[Drawing 31]







(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2006-165500

(P2006-165500A)

(43) 公開日 平成18年6月22日 (2006.6.22)

(51) Int. Cl.

F 1

テーマコード (参考)

H01L 21/027 (2006.01)

H01L 21/30 515G

5F046

G03F 7/20 (2006.01)

G03F 7/20 521

H01L 21/30 515D

審査請求 未請求 請求項の数 82 O L (全 51 頁)

(21) 出願番号 特願2005-169549 (P2005-169549)  
(22) 出願日 平成17年6月9日 (2005.6.9)  
(31) 優先権主張番号 特願2004-172569 (P2004-172569)  
(32) 優先日 平成16年6月10日 (2004.6.10)  
(33) 優先権主張国 日本国 (JP)  
(31) 優先権主張番号 特願2004-245260 (P2004-245260)  
(32) 優先日 平成16年8月25日 (2004.8.25)  
(33) 優先権主張国 日本国 (JP)  
(31) 優先権主張番号 特願2004-330582 (P2004-330582)  
(32) 優先日 平成16年11月15日 (2004.11.15)  
(33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(71) 出願人 000004112  
株式会社ニコン  
東京都千代田区丸の内3丁目2番3号  
(71) 出願人 591149595  
株式会社ニコンエンジニアリング  
神奈川県横浜市神奈川区鶴屋町3丁目30  
番地4  
(74) 代理人 100064908  
弁理士 志賀 正武  
(74) 代理人 100108578  
弁理士 高橋 昭男  
(74) 代理人 100101465  
弁理士 青山 正和  
(74) 代理人 100107836  
弁理士 西 和哉

最終頁に続く

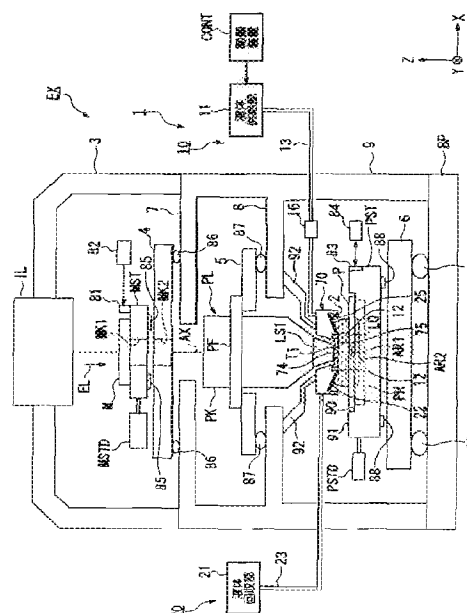
(54) 【発明の名称】 露光装置、露光方法及びデバイス製造方法

(57) 【要約】

【課題】 液浸領域を所望状態に維持して良好に露光処理できる露光装置を提供する。

【解決手段】 露光装置EXは、投影光学系PLと液体LQとを介して基板P上に露光光ELを照射して、基板Pを露光するものであって、液体LQを供給するとともに液体LQを回収する液浸機構1を備え、液浸機構1は、基板Pの表面と対向するように形成された斜面2を有し、液浸機構1の液体回収口22が、斜面2に形成されている。

【選択図】 図1



**【特許請求の範囲】****【請求項1】**

投影光学系と液体とを介して基板上に露光光を照射して、前記基板を露光する露光装置において、

前記液体を供給するとともに前記液体を回収する液浸機構を備え、

前記液浸機構は、前記基板の表面と対向するように形成された斜面を有し、

前記液浸機構の液体回収口が、前記斜面に形成されている露光装置。

**【請求項2】**

前記斜面は、前記露光光の光軸から離れるにつれて、前記基板の表面との間隔が大きくなるように形成されている請求項1記載の露光装置。

10

**【請求項3】**

前記斜面は、前記露光光が照射される投影領域を囲むように形成されている請求項1又は2記載の露光装置。

**【請求項4】**

前記液浸機構は、前記斜面の周縁に、前記液体の漏出を抑制するための壁部を有する請求項3記載の露光装置。

**【請求項5】**

前記液体回収口は、前記露光光が照射される投影領域を囲むように形成されている請求項1～4のいずれか一項記載の露光装置。

**【請求項6】**

前記液体回収口には多孔部材が配置されている請求項1～5のいずれか一項記載の露光装置。

20

**【請求項7】**

前記多孔部材はメッシュを含む請求項6記載の露光装置。

**【請求項8】**

前記液浸機構は、前記露光光が照射される投影領域と前記斜面との間に、前記基板の表面と略平行となるように、且つ前記斜面と連続的に形成された平坦部を有し、

前記平坦部は、前記露光光が照射される投影領域を囲むように形成されている請求項1～7のいずれか一項記載の露光装置。

**【請求項9】**

前記液浸機構は、前記露光光が通過する開口部を有するとともに、前記投影光学系の端面との間に所定の隙間が形成されるように配置された部材を有し、前記投影光学系と前記部材との間の隙間に液体を供給する請求項1～7のいずれか一項記載の露光装置。

30

**【請求項10】**

前記部材は、前記基板表面と対向するように形成された平坦部を有する請求項9記載の露光装置。

**【請求項11】**

前記平坦部は、前記露光光が照射される投影領域を取り囲むように形成されている請求項10記載の露光装置。

**【請求項12】**

前記液浸機構は、前記平坦部の外側に配置された溝部を有し、前記溝部は、その内部において、前記投影光学系の像面周囲の気体と流通している請求項10又は11記載の露光装置。

40

**【請求項13】**

前記溝部は、前記露光光が照射される投影領域を取り囲むように形成されている請求項12記載の露光装置。

**【請求項14】**

前記液浸機構は、前記露光光が照射される投影領域と前記斜面との間に配置された溝部を有し、

前記溝部は、その開口部が前記基板と対向するように配置され、

50

前記溝部は、その内部において、前記投影光学系の像面周囲の気体と流通している請求項 1 ～ 9 のいずれか一項記載の露光装置。

【請求項 15】

前記溝部は、前記投影領域を取り囲むように形成されている請求項 1 4 記載の露光装置。

【請求項 16】

前記斜面が、前記基板の表面に対して異なる角度で傾斜している複数の斜面を含む請求項 1 ～ 1 5 のいずれか一項に記載の露光装置。

【請求項 17】

前記斜面が前記基板の表面に対して 3 ～ 2 0 度の角度で傾斜している請求項 1 ～ 1 6 のいずれか一項に記載の露光装置。 10

【請求項 18】

前記斜面の全面が液体回収口である請求項 1 ～ 1 7 のいずれか一項に記載の露光装置。

【請求項 19】

前記斜面にフィンが設けられている請求項 1 ～ 1 8 のいずれか一項に記載の露光装置。

【請求項 20】

前記液浸機構は、前記基板の露光中に、前記液体の供給と回収とを続ける請求項 1 ～ 1 9 のいずれか一項に記載の露光装置。

【請求項 21】

投影光学系と液体とを介して基板上に露光光を照射して、前記基板を露光する露光装置において、 20

前記液体を供給するとともに前記液体を回収する液浸機構を備え、

前記液浸機構は、前記基板の表面と対向するように、且つ前記基板の表面と略平行となるように形成された平坦部を有し、

前記液浸機構の平坦部は、前記投影光学系の像面側の端面と前記基板との間に、前記露光光が照射される投影領域を囲むように配置され、

前記液浸機構の液体供給口は、前記露光光が照射される投影領域に対して前記平坦部の外側に配置されている露光装置。

【請求項 22】

前記液浸機構の液体回収口は、前記投影領域に対して前記平坦部の外側で、且つ前記平坦部を取り囲むように配置されている請求項 2 1 記載の露光装置。 30

【請求項 23】

前記液浸機構の液体回収口は、前記投影領域に対して前記液体供給口の外側に配置されている請求項 2 1 又は 2 2 記載の露光装置。

【請求項 24】

前記液浸機構は、前記基板の表面と対向するように形成された斜面を有し、

前記液浸機構の液体回収口が前記斜面に形成されている請求項 2 2 又は 2 3 記載の露光装置。

【請求項 25】

前記斜面は、前記露光光の光軸から離れるにつれて、前記基板表面との間隔が大きくなるように形成されている請求項 2 4 記載の露光装置。 40

【請求項 26】

前記液浸機構は、前記斜面の周縁に、前記液体の漏出を抑制するための壁部を有する請求項 2 4 又は 2 5 記載の露光装置。

【請求項 27】

前記液体回収口には多孔部材が配置されている請求項 2 2 ～ 2 6 のいずれか一項記載の露光装置。

【請求項 28】

前記液浸機構は、前記露光光が通過する開口部が形成された板状部材を有し、

前記板状部材の一方の面を前記平坦部として、前記基板の表面と対向するように前記板 50

状部材が配置された請求項 2 1 ～ 2 7 のいずれか一項記載の露光装置。

【請求項 29】

前記液浸機構は、前記基板の露光中に、前記液体の供給と回収とを続ける請求項 1 ～ 2 8 のいずれか一項記載の露光装置。

【請求項 30】

投影光学系と液体とを介して基板上に露光光を照射して、前記基板を露光する露光装置において、

前記液体を供給するとともに前記液体を回収する液浸機構を備え、

前記液浸機構は、前記露光光の光路空間の外側の第 1 の位置に設けられ、液体を供給する液体供給口と、

前記液体供給口から供給された液体が前記光路空間を介して該光路空間の外側の前記第 1 の位置とは異なる第 2 の位置に向かって流れるように配置されたガイド部材とを備えた露光装置。

【請求項 31】

前記ガイド部材は、前記露光光の光路空間の液体中に気体が留まるのを防止するために配置されている請求項 3 0 記載の露光装置。

【請求項 32】

前記ガイド部材は、前記光路空間内において渦流が生成されないように液体を流す請求項 3 0 又は 3 1 記載の露光装置。

【請求項 33】

前記ガイド部材は、前記投影光学系の像面側に配置され、前記露光光が通過する開口部を有する請求項 3 0 ～ 3 2 のいずれか一項記載の露光装置。

【請求項 34】

前記開口部は、略十字状である請求項 3 3 記載の露光装置。

【請求項 35】

前記液体供給口は、前記投影光学系と前記ガイド部材との間の空間を含む内部空間に液体を供給する請求項 3 3 又は 3 4 記載の露光装置。

【請求項 36】

前記ガイド部材は、前記基板と対向するように配置された平坦部を有する請求項 3 0 ～ 3 5 のいずれか一項記載の露光装置。

【請求項 37】

前記平坦部は、前記露光光の光路を囲むように配置され、

前記液浸機構は、前記露光光の光路に対して前記平坦部よりも外側に、前記基板と対向するように配置された液体回収口を備える請求項 3 6 に記載の露光装置。

【請求項 38】

前記液体供給口は、前記光路空間を挟んだ両側のそれぞれに設けられている請求項 3 0 ～ 3 7 のいずれか一項記載の露光装置。

【請求項 39】

前記第 2 の位置又はその近傍に排気口が配置されている請求項 3 0 ～ 3 8 のいずれか一項記載の露光装置。

【請求項 40】

前記排気口は、前記投影光学系の像面周囲の気体と接続されている請求項 3 9 記載の露光装置。

【請求項 41】

前記排気口は、吸気系に接続されている請求項 3 9 記載の露光装置。

【請求項 42】

前記排気口は、前記光路空間を挟んだ両側のそれぞれに設けられている請求項 3 9 ～ 4 1 のいずれか一項記載の露光装置。

【請求項 43】

前記ガイド部材は、前記第 1 の位置から前記光路空間に向かう流れを形成する第 1 ガイ

10

20

30

40

50

ド部と、

前記光路空間から前記第2の位置に向かう流れを形成する第2ガイド部とを有し、  
前記第1ガイド部によって形成される流路と前記第2ガイド部によって形成される流路とは交差している請求項30～42のいずれか一項記載の露光装置。

【請求項44】

前記第1ガイド部と前記第2ガイド部とによって略十字状の開口部が形成されている請求項43記載の露光装置。

【請求項45】

前記露光光は、前記略十字状の開口部の中央部を通過する請求項44記載の露光装置。

【請求項46】

前記第1ガイド部によって形成される流路の幅と前記第2ガイド部によって形成される流路の幅とはほぼ同じである請求項43～45のいずれか一項記載の露光装置。

【請求項47】

前記第2ガイド部によって形成される流路の幅は前記第1ガイド部によって形成される流路の幅よりも小さい請求項43～45のいずれか一項記載の露光装置。

【請求項48】

第1位置から前記光路空間を介して第2位置へ流れる液体の流路が屈曲している請求項30～47に記載の露光装置。

【請求項49】

前記液体の流路が前記光路空間またはその近傍で屈曲している請求項48に記載の露光装置。

【請求項50】

液体を介して基板に露光光を照射して前記基板を露光する露光装置であって：

基板と対向する端面を有し、基板に照射される露光光が通過する光学系と；

前記液体を供給するとともに、前記液体を回収する液浸機構とを備え；

前記液浸機構が、前記基板と前記光学系の端面との間に前記基板に平行に対向するように配置され、且つ露光光の光路を取り囲むように配置された平坦面を有するプレート部材を有し、

前記光学系の端面近傍に設けられた供給口から前記光学系の端面と前記プレート部材との間の空間へ液体を供給するとともに、前記露光光の光路に対して前記プレート部材の平坦面よりも離れた位置に、且つ基板と対向するように配置された液体回収口から液体を回収する露光装置。

【請求項51】

前記プレート部材は、前記光学系の端面と対向する第1面と前記基板と対向する第2面とを有する請求項50記載の露光装置。

【請求項52】

前記供給口は、前記露光光の光路の両側に配置されている請求項50又は51記載の露光装置。

【請求項53】

前記供給口から、前記光学系の端面と前記プレート部材との間の空間に気体を供給可能である請求項50～52のいずれか一項に記載の露光装置。

【請求項54】

前記液浸機構は、前記供給口とは別に、前記光学系の端面と前記プレート部材との間の空間に接続された開口を有する請求項50～53のいずれか一項記載の露光装置。

【請求項55】

前記開口を介して前記光学系の端面と前記プレート部材との間の空間内の気体が排出される請求項54記載の露光装置。

【請求項56】

前記開口を介して前記光学系の端面と前記プレート部材との間の空間内の液体が回収される請求項54又は55記載の露光装置。

10

20

30

40

50

**【請求項 57】**

前記露光光の光路空間を非液浸状態とするために、前記開口から液体の回収が行われる請求項 56 記載の露光装置。

**【請求項 58】**

前記開口は、吸引機構に接続されている請求項 54～57 のいずれか一項記載の露光装置。

**【請求項 59】**

前記開口は、前記光学系の端面と前記プレート部材との間の空間へ気体を供給可能である請求項 54～58 のいずれか一項記載の露光装置。

**【請求項 60】**

前記プレート部材は、前記露光光の照射領域の形状に応じて、前記露光光が通過する所定形状の開口を有する請求項 50～59 のいずれか一項記載の露光装置。

**【請求項 61】**

前記プレート部材は、前記露光光が通過する開口を有し、  
前記プレート部材の一方面と前記光学部材の端面との間の空間へ供給された液体が、前記開口を介して、前記プレート部材の他方面と前記基板との間の空間へ流入可能である請求項 60 記載の露光装置。

**【請求項 62】**

前記供給口は、前記プレート部材の平坦面より上方に配置されている請求項 50～61 のいずれか一項記載の露光装置。

**【請求項 63】**

前記供給口が、基板と平行な方向に液体を送出する請求項 50 に記載の露光装置。

**【請求項 64】**

前記基板の露光中に、前記供給口からの液体供給と前記回収口から液体回収とを続けて、前記光学系の端面と前記基板との間に液体で満たされる請求項 50～63 のいずれか一項記載の露光装置。

**【請求項 65】**

前記液浸機構は、前記露光光の光路に対して前記プレート部材の平坦面の外側にその平坦面に対して傾斜した斜面を有する請求項 50～64 のいずれか一項記載の露光装置。

**【請求項 66】**

前記回収口は、前記斜面に形成されている請求項 65 記載の露光装置。

**【請求項 67】**

前記回収口は、前記露光光の光路に対して前記斜面の外側に形成されている請求項 65 記載の露光装置。

**【請求項 68】**

前記液浸機構は、前記斜面と前記基板との間に、前記基板上の一部に形成された液浸領域の界面を形成可能である請求項 65～67 のいずれか一項記載の露光装置。

**【請求項 69】**

前記斜面は、前記平坦面に対して 3～20 度の角度で傾斜している請求項 65～68 のいずれか一項記載の露光装置。

**【請求項 70】**

液体を介して基板に露光光を照射して前記基板を露光する露光装置であって：  
前記液体と接触する端面を有し、前記露光光が通過する光学部材と、  
前記液体を供給するとともに、前記液体を回収する液浸機構とを備え；  
前記液浸機構は、前記基板に平行に対向するように、且つ前記露光光の光路を取り囲むように配置された平坦面と、前記露光光の光路に対して前記平坦面の外側にその平坦面に対して傾斜した斜面とを有する露光装置。

**【請求項 71】**

前記平坦面と前記斜面とが連続的に形成されている請求項 70 記載の露光装置。

**【請求項 72】**

10

20

30

40

50

前記液浸機構は、前記斜面と前記基板との間に、前記基板上の一部に形成された液浸領域の界面を形成可能である請求項 70 又は 71 記載の露光装置。

【請求項 73】

前記斜面は、前記平坦面に対して 3 ～ 20 度の角度で傾斜している請求項 70 ～ 72 のいずれか一項記載の露光装置。

【請求項 74】

前記液浸機構は、前記基板と対向するように配置された回収口を有する請求項 70 ～ 73 のいずれか一項記載の露光装置。

【請求項 75】

前記回収口は、前記露光光の光路に対して前記斜面の外側に形成されている請求項 74 記載の露光装置。

【請求項 76】

前記回収口には、多孔部材が配置されている請求項 50 ～ 69、74、75 のいずれか一項に記載の露光装置。

【請求項 77】

前記回収口からは、気体を伴わずに、液体のみが回収される請求項 76 記載の露光装置。

【請求項 78】

請求項 1 ～ 請求項 77 のいずれか一項記載の露光装置を用いるデバイス製造方法。

【請求項 79】

光学部材と液体とを介して基板に露光光を照射して前記基板を露光する露光方法であって：

前記光学部材の端面と対向するように基板を配置し；

前記光学部材の端面と前記基板との間に前記露光光の光路を囲むように配設されたプレート部材の一方面と、前記光学部材の端面との間の空間へ液体を供給して、前記光学部材の端面と前記基板との間の空間、及び前記プレート部材の他方面と前記基板との間を液体で満たし；

前記液体の供給と並行して、前記基板と対向するように配置された回収口から液体を回収して、前記基板上の一部に液浸領域を形成し；

前記基板上の一部に液浸領域を形成する液体を介して、前記基板上に露光光を照射し、前記基板を露光する露光方法。

【請求項 80】

前記プレート部材の他方面は、前記基板の表面とほぼ平行に前記基板と対向する平坦面を含む請求項 79 記載の露光方法。

【請求項 81】

前記回収口は、前記露光光の光路に対して前記平坦面の外側に配置されている請求項 80 記載の露光方法。

【請求項 82】

前記プレート部材は、前記露光光が通過する開口を有し、

前記プレート部材の一方面と前記光学部材の端面との間の空間へ供給された液体が、前記開口を介して、前記プレート部材の他方面と前記基板との間の空間へ流入可能である請求項 79 ～ 81 のいずれか一項に記載の露光方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、液体を介して基板を露光する露光装置及びデバイス製造方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

半導体デバイスや液晶表示デバイスは、マスク上に形成されたパターンを感光性の基板

10

20

30

40

50



上に転写する、いわゆるフォトリソグラフィの手法により製造される。このフォトリソグラフィ工程で使用される露光装置は、マスクを支持するマスクステージと基板を支持する基板ステージとを有し、マスクステージ及び基板ステージを逐次移動しながらマスクのパターンを投影光学系を介して基板に転写するものである。近年、デバイスパターンのより一層の高集積化に対応するために投影光学系の更なる高解像度化が望まれている。投影光学系の解像度は、使用する露光波長が短いほど、また投影光学系の開口数が高いほど高くなる。そのため、露光装置で使用される露光波長は年々短波長化しており、投影光学系の開口数も増大している。そして、現在主流の露光波長はKrFエキシマレーザの248nmであるが、更に短波長のArFエキシマレーザの193nmも実用化されつつある。また、露光を行う際には、解像度と同様に焦点深度(DOF)も重要となる。解像度R、及び焦点深度δはそれぞれ以下の式で表される。

10

【0003】

$$R = k_1 \cdot \lambda / NA \quad \dots (1)$$

$$\delta = \pm k_2 \cdot \lambda / NA^2 \quad \dots (2)$$

ここで、λは露光波長、NAは投影光学系の開口数、k<sub>1</sub>、k<sub>2</sub>はプロセス係数である。(1)式、(2)式より、解像度Rを高めるために、露光波長λを短くして、開口数NAを大きくすると、焦点深度δが狭くなることが分かる。

【0004】

焦点深度δが狭くなり過ぎると、投影光学系の像面に対して基板表面を合致させることが困難となり、露光動作時のフォーカスマージンが不足するおそれがある。そこで、実質的に露光波長を短くして、且つ焦点深度を広くする方法として、例えば下記特許文献1に開示されている液浸法が提案されている。この液浸法は、投影光学系の下面と基板表面との間を水や有機溶媒等の液体で満たして液浸領域を形成し、液体中での露光光の波長が空気中の1/n (nは液体の屈折率で通常1.2～1.6程度)になることを利用して解像度を向上するとともに、焦点深度を約n倍に拡大するというものである。

20

【特許文献1】国際公開第99/49504号パンフレット

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ところで、上記特許文献1に開示されているように、マスクと基板とを走査方向に同期移動しつつマスクに形成されたパターンを基板に露光する走査型露光装置が知られている。走査型露光装置においては、デバイスの生産性向上等を目的として、走査速度(スキャン速度)の高速化が要求される。ところが、スキャン速度を高速化した場合、液浸領域の状態(大きさなど)を所望状態に維持することが困難となり、ひいては液体を介した露光精度及び計測精度の劣化を招く。そのため、スキャン速度を高速化した場合においても、液体の液浸領域を所望状態に維持することが要求される。

30

【0006】

例えば、液浸領域を所望状態に維持できず、液体中に気泡や空隙(Void)が生成されると、液体を通過する露光光がその気泡や空隙(Void)によって基板上に良好に到達せず、基板上に形成されるパターンに欠陥が生じる等の不都合が生じる。また、液体の供給及び回収を行いながら基板上の一部に局部的に液浸領域を形成するとき、スキャン速度の高速化に伴って液浸領域の液体を十分に回収することが困難となる可能性がある。液体を十分に回収できないと、例えば基板上に残留した液体の気化により基板上に付着跡(所謂ウォーターマーク、以下液体が水でない場合も液体の付着後をウォーターマークと称する)が形成される。ウォーターマークは基板上のフォトレジストに影響を及ぼす可能性があり、その影響によって生産されるデバイスの性能が劣化する可能性がある。また、スキャン速度の高速化に伴って液浸領域を所望の大きさに維持することが困難となる可能性もある。また、スキャン速度の高速化に伴って液浸領域の液体が流出する可能性もある。

40

【0007】

本発明はこのような事情に鑑みてなされたものであって、液浸領域を所望状態に維持し

50

て良好に露光処理できる露光装置、露光方法及びその露光装置を用いるデバイス製造方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記の課題を解決するため、本発明は実施の形態に示す図1～図33に対応付けした以下の構成を採用している。但し、各要素に付した括弧付き符号はその要素の例示に過ぎず、各要素を限定するものではない。

【0009】

本発明の第1の態様に従えば、投影光学系(PL)と液体(LQ)とを介して基板(P)上に露光光(EL)を照射して、基板(P)を露光する露光装置において、液体(LQ)を供給するとともに液体(LQ)を回収する液浸機構(11, 21など)を備え、液浸機構は、基板(P)の表面と対向するように形成された斜面(2)を有し、液浸機構の液体回収口(22)が、斜面(2)に形成されている露光装置(EX)が提供される。

10

【0010】

本発明の第1の態様によれば、液浸機構の液体回収口が、基板の表面と対向する斜面に形成されているので、投影光学系の像面側に形成された液浸領域と基板とを相対移動させた場合においても、液浸領域の液体とその外側の空間との界面(気液界面)の移動量を抑えつつ、界面形状の大きな変化も抑えることができる。したがって、液浸領域の状態(大きさなど)を所望状態に維持することができる。また、液浸領域の広がりを抑えることができるので、露光装置全体のコンパクト化を図ることもできる。

20

【0011】

本発明の第2の態様に従えば、投影光学系(PL)と基板(P)とを介して基板(P)上に露光光(EL)を照射して、基板(P)を露光する露光装置において、液体(LQ)を供給するとともに液体(LQ)を回収する液浸機構(11, 21など)を備え、液浸機構は、基板(P)の表面と対向するように、且つ基板(P)の表面と略平行となるように形成された平坦部(75)を有し、液浸機構の平坦部(75)は、投影光学系(PL)の像面側の端面(T1)と基板(P)との間に、露光光(EL)が照射される投影領域(AR1)を囲むように配置され、液浸機構の液体供給口(12)は、露光光(EL)が照射される投影領域(AR1)に対して平坦部(75)の外側に配置されている露光装置(EX)が提供される。

30

【0012】

本発明の第2の態様によれば、基板表面と平坦部との間に形成される小さいギャップを、投影領域の近傍に、且つ投影領域を囲むように形成することができるので、投影領域を覆うために必要十分な小さな液浸領域を維持することができるばかりでなく、平坦部の外側に液体供給口が設けられているので、液浸領域を形成する液体中への気体の混入が防止され、露光光の光路を液体で満たし続けることが可能となる。

【0013】

本発明の第3の態様に従えば、投影光学系(PL)と液体(LQ)とを介して基板(P)上に露光光(EL)を照射して、基板(P)を露光する露光装置において、液体(LQ)を供給するとともに液体(LQ)を回収する液浸機構(11, 21など)を備え、液浸機構は、露光光(EL)の光路空間の外側の第1の位置に設けられ、液体(LQ)を供給する液体供給口(12)と、液体供給口(12)から供給された液体(LQ)が光路空間を介して該光路空間の外側の第1の位置とは異なる第2の位置に向かって流れるように液体の流れをガイドするガイド部材(172D)とを備えた露光装置(EX)が提供される。

40

【0014】

本発明の第3の態様によれば、露光光の光路空間の外側の第1の位置に設けられた液体供給口から供給された液体は、ガイド部材によって、光路空間の外側の第1の位置とは異なる第2の位置に流れるので、露光光の光路空間に満たされた液体中に気体部分(気泡)が形成される等の不都合の発生を抑制し、液体を所望状態に維持することができる。

50

## 【0015】

本発明の第4の態様に従えば、液体(LQ)を介して基板(P)に露光光(EL)を照射して基板(P)を露光する露光装置であって、基板(P)と対向する端面(T1)を有し、基板(P)に照射される露光光(EL)が通過する光学系(PL)と、液体(LQ)を供給するとともに、液体を回収する液浸機構(11, 21など)とを備え、その液浸機構が、基板(P)と光学系の端面(T1)との間に基板(P)に平行に対向するように配置され、且つ露光光(EL)の光路を取り囲むように配置された平坦面(75)を有するプレート部材(172D)を有し、光学系の端面(T1)近傍に設けられた供給口(12)から光学系の端面(T1)とプレート部材(172D)との間の空間(G2)へ液体(LQ)を供給するとともに、露光光(EL)の光路に対してプレート部材の平坦面75よりも離れた位置に、且つ基板(P)と対向するように配置された回収口(22)から液体を回収する露光装置(EX)が提供される。

10

## 【0016】

本発明の第4の態様の露光装置によれば、プレート部材の平坦面と基板との間の微小なギャップが露光光を取り囲むように形成され、さらにその平坦面の外側に液体の回収口が配置されているので、基板上に所望状態の安定な液浸領域を維持することができる。またプレート部材と光学系の端面との間の空間に液体を供給するようにしているので、露光光の光路上に形成される液浸領域に気泡や空隙(Void)が発生しにくい。

## 【0017】

また本発明の第5の態様に従えば、液体(LQ)を介して基板(P)に露光光(EL)を照射して基板(P)を露光する露光装置であって、液体(LQ)と接触する端面(T1)を有し、露光光(EL)が通過する光学部材(LS1)と、液体(LQ)を供給するとともに、液体(LQ)を回収する液浸機構(11, 21など)とを備え、その液浸機構は、基板(P)に平行に対向するように、且つ露光光(EL)の光路を取り囲むように配置された平坦面(75)と、露光光(EL)の光路に対して平坦面(75)の外側にその平坦面に対して傾斜した斜面(2, 2')とを有する露光装置(EX)が提供される。

20

## 【0018】

本発明の第5の態様の露光装置によれば、プレート部材の平坦面と基板との間の微小なギャップが露光光を取り囲むように形成されているので、基板上に所望状態の安定な液浸領域を維持することができる。また、その平坦面の外側に斜面が形成されているので、液体の拡がりや抑制され、液体の漏出などを防止することができる。

30

## 【0019】

本発明の第6の態様に従えば、光学部材(LS1)と液体(LQ)とを介して基板(P)に露光光(EL)を照射して基板(P)を露光する露光方法であって、光学部材(LS1)の端面(T1)と対向するように基板(P)を配置し、光学部材の端面(T1)と基板(P)との間に露光光(EL)の光路を囲むように配置されたプレート部材(172D)の一方面と、光学部材の端面(T1)との間の空間(G2)へ液体を供給して、光学部材の端面(T1)と基板(P)との間の空間、及び前記前記プレート部材の他方面と前記基板との間を液体で満たし、その液体の供給と並行して、基板(P)と対向するように配置された回収口(22)から液体(LQ)を回収して、基板(P)上の一部に液浸領域(AR2)を形成し、基板上の一部に液浸領域(AR2)を形成する液体(LQ)を介して、基板上に露光光を照射し、基板(P)を露光する露光方法が提供される。

40

## 【0020】

本発明の第6の態様の露光方法によれば、プレート部材の平坦面と基板との間の微小なギャップが露光光を取り囲むように形成されているので、基板上に所望状態の安定な液浸領域を維持することができる。また、プレート部材と光学部材の端面との間の空間へ液体を供給するようにしているので、露光光の光路における液体中での気泡や空隙(Void)の発生を抑制することができる。

## 【0021】

本発明の第7の態様に従えば、上記態様の露光装置(EX)を用いるデバイス製造方法

50

が提供される。

【0022】

本発明の第7の態様によれば、スキャン速度を高速化した場合でも液体の液浸領域を所望状態に維持した状態で良好に露光処理できるので、所望の性能を有するデバイスを高い生産効率で製造することができる。

【発明の効果】

【0023】

本発明によれば、スキャン速度を高速化した場合においても、液体の液浸領域を所望状態に維持することができるので、露光処理を良好に効率良く行うことができる。

【発明を実施するための最良の形態】

10

【0024】

以下、本発明の実施形態について図面を参照しながら説明するが、本発明はこれに限定されない。

【0025】

<第1の実施形態>

図1は本発明に係る露光装置の第1の実施形態を示す概略構成図である。図1において、露光装置EXは、マスクMを保持して移動可能なマスクステージMSTと、基板Pを保持して移動可能な基板ステージPSTと、マスクステージMSTに保持されているマスクMを露光光ELで照明する照明光学系ILと、露光光ELで照明されたマスクMのパターン像を基板ステージPSTに保持されている基板Pに投影露光する投影光学系PLと、露光装置EX全体の動作を統括制御する制御装置CONTとを備えている。

20

【0026】

本実施形態の露光装置EXは、露光波長を実質的に短くして解像度を向上するとともに焦点深度を実質的に広くするために液浸法を適用した液浸露光装置であって、液体LQを供給するとともに液体LQを回収する液浸機構1を備えている。液浸機構1は、投影光学系PLの像面側に液体LQを供給する液体供給機構10と、液体供給機構10で供給された液体LQを回収する液体回収機構20とを備えている。露光装置EXは、少なくともマスクMのパターン像を基板P上に転写している間、液体供給機構10から供給した液体LQにより投影光学系PLの投影領域AR1を含む基板P上の一部に、投影領域AR1よりも大きく且つ基板Pよりも小さい液浸領域AR2を局所的に形成する。具体的には、露光装置EXは、投影光学系PLの像面側端部の光学素子LS1と、その像面側に配置された基板P表面との間に液体LQを満たす局所液浸方式を採用し、この投影光学系PLと基板Pとの間の液体LQ及び投影光学系PLを介してマスクMを通過した露光光ELを基板Pに照射することによってマスクMのパターンを基板Pに投影露光する。制御装置CONTは、液体供給機構10を使って基板P上に液体LQを所定量供給するとともに、液体回収機構20を使って基板P上の液体LQを所定量回収することで、基板P上に液体LQの液浸領域AR2を局所的に形成する。

30

【0027】

投影光学系PLの像面近傍、具体的には投影光学系PLの像面側端部の光学素子LS1の近傍には、後に詳述するノズル部材70が配置されている。ノズル部材70は、基板P（基板ステージPST）の上方において光学素子LS1の周りを囲むように設けられた環状部材である。本実施形態において、ノズル部材70は液浸機構1の一部を構成している。

40

【0028】

本実施形態では、露光装置EXとしてマスクMと基板Pとを走査方向における互いに異なる向き（逆方向）に同期移動しつつマスクMに形成されたパターンを基板Pに露光する走査型露光装置（所謂スキャニングステッパ）を使用する場合を例にして説明する。以下の説明において、投影光学系PLの光軸AXと一致する方向をZ軸方向、Z軸方向に垂直な平面内でマスクMと基板Pとの同期移動方向（走査方向）をX軸方向、Z軸方向及びX軸方向に垂直な方向（非走査方向）をY軸方向とする。また、X軸、Y軸、及びZ軸まわ

50

りの回転（傾斜）方向をそれぞれ、 $\theta X$ 、 $\theta Y$ 、及び $\theta Z$ 方向とする。

【0029】

露光装置EXは、床面上に設けられたベースBPと、そのベースBP上に設置されたメインコラム9とを備えている。メインコラム9には、内側に向けて突出する上側段部7及び下側段部8が形成されている。照明光学系ILは、マスクステージMSTに支持されているマスクMを露光光ELで照明するものであって、メインコラム9の上部に固定された支持フレーム3により支持されている。

【0030】

照明光学系ILは、露光用光源、露光用光源から射出された光束の照度を均一化するオブティカルインテグレータ、オブティカルインテグレータからの露光光ELを集光するコンデンサレンズ、リレーレンズ系、及び露光光ELによるマスクM上の照明領域をスリット状に設定する可変視野絞り等を有している。マスクM上の所定の照明領域は照明光学系ILにより均一な照度分布の露光光ELで照明される。照明光学系ILから射出される露光光ELとしては、例えば水銀ランプから射出される輝線（g線、h線、i線）及びKrFエキシマレーザ光（波長248nm）等の遠紫外光（DUV光）や、ArFエキシマレーザ光（波長193nm）及びF<sub>2</sub>レーザ光（波長157nm）等の真空紫外光（VUV光）などが用いられる。本実施形態においてはArFエキシマレーザ光が用いられる。

【0031】

本実施形態においては、液体LQとして純水が用いられる。純水はArFエキシマレーザ光のみならず、例えば水銀ランプから射出される輝線（g線、h線、i線）及びKrFエキシマレーザ光（波長248nm）等の遠紫外光（DUV光）も透過可能である。

【0032】

マスクステージMSTは、マスクMを保持して移動可能である。マスクステージMSTは、マスクMを真空吸着（又は静電吸着）により保持する。マスクステージMSTの下面には非接触軸受である気体軸受（エアベアリング）85が複数設けられている。マスクステージMSTは、エアベアリング85によりマスク定盤4の上面（ガイド面）に対して非接触支持されている。マスクステージMST及びマスク定盤4の中央部にはマスクMのパターン像を通過させる開口部MK1、MK2がそれぞれ形成されている。マスク定盤4は、メインコラム9の上側段部7に防振装置86を介して支持されている。すなわち、マスクステージMSTは、防振装置86及びマスク定盤4を介してメインコラム9（上側段部7）に支持された構成となっている。また、防振装置86によって、メインコラム9の振動が、マスクステージMSTを支持するマスク定盤4に伝わらないように、マスク定盤4とメインコラム9とが振動的に分離されている。

【0033】

マスクステージMSTは、制御装置CONTにより制御されるリニアモータ等を含むマスクステージ駆動装置MSTDの駆動により、マスクMを保持した状態で、マスク定盤4上において、投影光学系PLの光軸AXに垂直な平面内、すなわちXY平面内で2次元移動可能及び $\theta Z$ 方向に微小回転可能である。マスクステージMSTは、X軸方向に指定された走査速度で移動可能となっており、マスクMの全面が少なくとも投影光学系PLの光軸AXを横切ることができるだけのX軸方向の移動ストロークを有している。

【0034】

マスクステージMST上には移動鏡81が設けられている。また、移動鏡81に対向する位置にはレーザ干渉計82が設けられている。マスクステージMST上のマスクMの2次元方向の位置、及び $\theta Z$ 方向の回転角（場合によっては $\theta X$ 、 $\theta Y$ 方向の回転角も含む）はレーザ干渉計82によりリアルタイムで計測される。レーザ干渉計82の計測結果は制御装置CONTに出力される。制御装置CONTは、レーザ干渉計82の計測結果に基づいてマスクステージ駆動装置MSTDを駆動し、マスクステージMSTに保持されているマスクMの位置制御を行う。

【0035】

投影光学系PLは、マスクMのパターンを所定の投影倍率 $\beta$ で基板Pに投影露光するも

10

20

30

40

50

のであって、基板P側の先端部に設けられた光学素子LS1を含む複数の光学素子で構成されており、それら光学素子は鏡筒PKで支持されている。本実施形態において、投影光学系PLは、投影倍率 $\beta$ が例えば $1/4$ 、 $1/5$ 、あるいは $1/8$ の縮小系である。なお、投影光学系PLは等倍系及び拡大系のいずれでもよい。また、投影光学系PLは、屈折素子と反射素子とを含む反射屈折系、反射素子を含まない屈折系、屈折素子を含まない反射系のいずれであってもよい。また、本実施形態の投影光学系PLの先端部の光学素子LS1は鏡筒PKより露出しており、その光学素子LS1には液浸領域AR2の液体LQが接触する。

**【0036】**

投影光学系PLを保持する鏡筒PKの外周にはフランジPFが設けられており、投影光学系PLはこのフランジPFを介して鏡筒定盤5に支持されている。鏡筒定盤5は、メインコラム9の下側段部8に防振装置87を介して支持されている。すなわち、投影光学系PLは、防振装置87及び鏡筒定盤5を介してメインコラム9（下側段部8）に支持された構成となっている。また、防振装置87によって、メインコラム9の振動が、投影光学系PLを支持する鏡筒定盤5に伝わらないように、鏡筒定盤5とメインコラム9とが振動的に分離されている。

**【0037】**

基板ステージPSTは、基板Pを保持する基板ホルダPHを支持して移動可能である。基板ホルダPHは、例えば真空吸着等により基板Pを保持する。基板ステージPSTの下面には非接触軸受である気体軸受（エアベアリング）88が複数設けられている。基板ステージPSTは、エアベアリング88により基板定盤6の上面（ガイド面）に対して非接触支持されている。基板定盤6は、ベースBP上に防振装置89を介して支持されている。また、防振装置89によって、ベースBP（床面）やメインコラム9の振動が、基板ステージPSTを支持する基板定盤6に伝わらないように、基板定盤6とメインコラム9及びベースBP（床面）とが振動的に分離されている。

**【0038】**

基板ステージPSTは、制御装置CONTにより制御されるリニアモータ等を含む基板ステージ駆動装置PSTDの駆動により、基板Pを基板ホルダPHを介して保持した状態で、基板定盤6上において、XY平面内で2次元移動可能及び $\theta Z$ 方向に微小回転可能である。更に基板ステージPSTは、Z軸方向、 $\theta X$ 方向、及び $\theta Y$ 方向にも移動可能である。

**【0039】**

基板ステージPST上には移動鏡83が設けられている。また、移動鏡83に対向する位置にはレーザ干渉計84が設けられている。基板ステージPST上の基板Pの2次元方向の位置、及び回転角はレーザ干渉計84によりリアルタイムで計測される。また、不図示ではあるが、露光装置EXは、基板ステージPSTに支持されている基板Pの表面の位置情報を検出するフォーカス・レベリング検出系を備えている。フォーカス・レベリング検出系としては、基板Pの表面に斜め方向より検出光を照射する斜入射方式、あるいは静電容量型センサを用いた方式等を採用することができる。フォーカス・レベリング検出系は、基板P表面のZ軸方向の位置情報、及び基板Pの $\theta X$ 及び $\theta Y$ 方向の傾斜情報を液体LQを介して、あるいは液体LQを介さずに検出する。液体LQ1を介さずに基板P表面の面情報を検出するフォーカス・レベリング検出系の場合、投影光学系PLから離れた位置で基板P表面の面情報を検出するものであってもよい。投影光学系PLから離れた位置で基板P表面の面情報を検出する露光装置は、例えば米国特許第6,674,510号に開示されている。

**【0040】**

レーザ干渉計84の計測結果は制御装置CONTに出力される。フォーカス・レベリング検出系の検出結果も制御装置CONTに出力される。制御装置CONTは、フォーカス・レベリング検出系の検出結果に基づいて、基板ステージ駆動装置PSTDを駆動し、基板Pのフォーカス位置及び傾斜角を制御して基板Pの表面を投影光学系PLの像面に合わ

10

20

30

40

50

せ込むとともに、レーザ干渉計 84 の計測結果に基づいて、基板 P の X 軸方向及び Y 軸方向における位置制御を行う。

【0041】

基板ステージ P S T 上には凹部 90 が設けられており、基板 P を保持するための基板ホルダ P H は凹部 90 に配置されている。そして、基板ステージ P S T のうち凹部 90 以外の上面 91 は、基板ホルダ P H に保持された基板 P の表面とほぼ同じ高さ（面一）になるような平坦面（平坦部）となっている。また本実施形態においては、移動鏡 83 の上面も、基板ステージ P S T の上面 91 とほぼ面一に設けられている。

【0042】

基板 P の周囲に基板 P 表面とほぼ面一の上面 91 を設けたので、基板 P のエッジ領域を液浸露光するときにおいても、基板 P のエッジ部の外側には段差部がほぼ無いので、投影光学系 P L の像面側に液体 L Q を保持して液浸領域 A R 2 を良好に形成することができる。また、基板 P のエッジ部とその基板 P の周囲に設けられた平坦面（上面）91 との間には 0.1 ~ 2 mm 程度の隙間があるが、液体 L Q の表面張力によりその隙間に液体 L Q が流れ込むことはほとんどなく、基板 P の周縁近傍を露光する場合にも、上面 91 により投影光学系 P L の下に液体 L Q を保持することができる。

【0043】

液浸機構 1 の液体供給機構 10 は、液体 L Q を投影光学系 P L の像面側に供給するためのものであって、液体 L Q を送出可能な液体供給部 11 と、液体供給部 11 にその一端部を接続する供給管 13 とを備えている。供給管 13 の他端部はノズル部材 70 に接続されている。本実施形態においては、液体供給機構 10 は純水を供給するものであって、液体供給部 11 は、純水製造装置、及び供給する液体（純水）L Q の温度を調整する温調装置等を備えている。なお、所定の水質条件を満たしていれば、露光装置 E X に純水製造装置を設けずに、露光装置 E X が配置される工場の純水製造装置（用力）を用いるようにしてもよい。また、液体（純水）L Q の温度を調整する温調装置も露光装置 E X に設けずに、工場などの設備を代わりに用いてもよい。液体供給機構 10（液体供給部 11）の動作は制御装置 C O N T により制御される。基板 P 上に液浸領域 A R 2 を形成するために、液体供給機構 10 は、制御装置 C O N T の制御の下で、投影光学系 P L の像面側に配置された基板 P 上に液体 L Q を所定量供給する。

【0044】

また、供給管 13 の途中には、液体供給部 11 から送出され、投影光学系 P L の像面側に供給される単位時間あたりの液体量を制御するマスフローコントローラと呼ばれる流量制御器 16 が設けられている。流量制御器 16 による液体供給量の制御は制御装置 C O N T の指令信号の下で行われる。

【0045】

液浸機構 1 の液体回収機構 20 は、投影光学系 P L の像面側の液体 L Q を回収するためのものであって、液体 L Q を回収可能な液体回収部 21 と、液体回収部 21 にその一端部を接続する回収管 23 とを備えている。回収管 23 の他端部はノズル部材 70 に接続されている。液体回収部 21 は例えば真空ポンプ等の真空系（吸引装置）、及び回収された液体 L Q と気体とを分離する気液分離器、回収された液体 L Q を収容するタンク等を備えている。なお、真空系、気液分離器、タンクなどの少なくとも一部を露光装置 E X に設けずに、露光装置 E X が配置される工場などの設備を用いるようにしてもよい。液体回収機構 20（液体回収部 21）の動作は制御装置 C O N T により制御される。基板 P 上に液浸領域 A R 2 を形成するために、液体回収機構 20 は、制御装置 C O N T の制御の下で、液体供給機構 10 より供給された基板 P 上の液体 L Q を所定量回収する。

【0046】

ノズル部材 70 はノズルホルダ 92 に保持されており、そのノズルホルダ 92 はメインコラム 9 の下側段部 8 に接続されている。ノズル部材 70 をノズルホルダ 92 を介して支持しているメインコラム 9 と、投影光学系 P L の鏡筒 P K をフランジ P F を介して支持している鏡筒定盤 5 とは、防振装置 87 を介して振動的に分離されている。したがって、ノ

10

20

30

40

50



ズル部材 70 で発生した振動が投影光学系 PL に伝達されることは防止されている。また、ノズル部材 70 をノズルホルダ 92 を介して支持しているメインコラム 9 と、基板ステージ PST を支持している基板定盤 6 とは、防振装置 89 を介して振動的に分離している。したがって、ノズル部材 70 で発生した振動が、メインコラム 9 及びベース BP を介して基板ステージ PST に伝達されることが防止されている。また、ノズル部材 70 をノズルホルダ 92 を介して支持しているメインコラム 9 と、マスクステージ MST を支持しているマスク定盤 4 とは、防振装置 86 を介して振動的に分離されている。したがって、ノズル部材 70 で発生した振動がメインコラム 9 を介してマスクステージ MST に伝達されることが防止されている。

【0047】

次に、図 2、図 3、及び図 4 を参照しながら、液浸機構 1 及びその液浸機構 1 の一部を構成するノズル部材 70 について説明する。図 2 はノズル部材 70 近傍を示す概略斜視図の一部破断図、図 3 はノズル部材 70 を下側から見た斜視図、図 4 は側断面図である。

【0048】

ノズル部材 70 は、投影光学系 PL の像面側先端部の光学素子 LS1 の近傍に配置されており、基板 P (基板ステージ PST) の上方において光学素子 LS1 の周りを囲むように設けられた環状部材である。ノズル部材 70 は、その中央部に投影光学系 PL (光学素子 LS1) を配置可能な穴部 70H を有している。ノズル部材 70 の穴部 70H の内側面と投影光学系 PL の光学素子 LS1 の側面との間には間隙が設けられている。間隙は、投影光学系 PL の光学素子 LS1 とノズル部材 70 とを振動的に分離するために設けられたものである。これにより、ノズル部材 70 で発生した振動が、投影光学系 PL (光学素子 LS1) 側に直接的に伝達することが防止されている。

【0049】

なお、ノズル部材 70 の穴部 70H の内側面は液体 LQ に対して撥液性 (撥水性) であり、投影光学系 PL の側面とノズル部材 70 の内側面との間隙への液体 LQ の浸入が抑制されている。

【0050】

ノズル部材 70 の下面には、液体 LQ を供給する液体供給口 12、及び液体 LQ を回収する液体回収口 22 が形成されている。また、ノズル部材 70 の内部には、液体供給口 12 に接続する供給流路 14、及び液体回収口 22 に接続する回収流路 24 が形成されている。また、供給流路 14 には供給管 13 の他端部が接続されており、回収流路 24 には回収管 23 の他端部が接続されている。液体供給口 12、供給流路 14、及び供給管 13 は液体供給機構 10 の一部を構成するものであり、液体回収口 22、回収流路 24、及び回収管 23 は液体回収機構 20 の一部を構成するものである。

【0051】

液体供給口 12 は、基板ステージ PST に支持された基板 P の上方において、その基板 P 表面と対向するように設けられている。液体供給口 12 と基板 P 表面とは所定距離だけ離れている。液体供給口 12 は、露光光 EL が照射される投影光学系 PL の投影領域 AR1 を囲むように配置されている。本実施形態においては、液体供給口 12 は、投影領域 AR1 を囲むように、ノズル部材 70 の下面において環状のスリット状に形成されている。また、本実施形態においては、投影領域 AR1 は、Y 軸方向 (非走査方向) を長手方向とする矩形状に設定されている。

【0052】

供給流路 14 は、供給管 13 の他端部にその一部を接続されたバッファ流路部 14H と、その上端部をバッファ流路部 14H に接続し、下端部を液体供給口 12 に接続した傾斜流路部 14S とを備えている。傾斜流路部 14S は液体供給口 12 に対応した形状を有し、その XY 平面に沿った断面は光学素子 LS1 を囲む環状のスリット状に形成されている。傾斜流路部 14S は、その内側に配置されている光学素子 LS1 の側面に応じた傾斜角度を有しており、側断面視において、投影光学系 PL (光学素子 LS1) の光軸 AX から離れるにつれて、基板 P の表面との間隔が大きくなるように形成されている。

## 【0053】

バッファ流路部 14 H は、傾斜流路部 14 S の上端部を囲むようにその外側に設けられており、XY 方向（水平方向）に広がるように形成された空間部である。バッファ流路部 14 H の内側（光軸 AX 側）と傾斜流路部 14 S の上端部とは接続しており、その接続部は曲がり角部 17 となっている。そして、その接続部（曲がり角部）17 の近傍、具体的にはバッファ流路部 14 H の内側（光軸 AX 側）の領域には、傾斜流路部 14 S の上端部を囲むように形成された堤防部 15 が設けられている。堤防部 15 はバッファ流路部 14 H の底面より +Z 方向に突出するように設けられている。堤防部 15 によって、バッファ流路部 14 H よりも狭い狭流路部 14 N が形成されている。

## 【0054】

本実施形態においては、ノズル部材 70 は、第 1 部材 71 と、第 2 部材 72 とを組み合わせ形成されている。第 1、第 2 部材 71、72 は、例えばアルミニウム、チタン、ステンレス鋼、ジュラルミン、またはこれらを少なくとも二つ含む合金によって形成可能である。

## 【0055】

第 1 部材 71 は、側板部 71 A と、側板部 71 A の上部の所定位置にその外側端部を接続した天板部 71 B と、天板部 71 B の内側端部にその上端部を接続した傾斜板部 71 C と、傾斜板部 71 C の下端部に接続した底板部 71 D（図 3 参照）とを有しており、それら各板部は互いに接合されて一体化されている。第 2 部材 72 は、第 1 部材 71 の上端部にその外側端部を接続した天板部 72 B と、天板部 72 B の内側端部にその上端部を接続した傾斜板部 72 C と、傾斜板部 72 C の下端部に接続した底板部 72 D とを有しており、それら各板部は互いに接合されて一体化されている。そして、第 1 部材 71 の天板部 71 B によってバッファ流路部 14 H の底面が形成され、第 2 部材 72 の天板部 72 B の下面によってバッファ流路部 14 H の天井面が形成されている。また、第 1 部材 71 の傾斜板部 71 C の上面（光学素子 LS1 側に向く面）によって傾斜流路部 14 S の底面が形成され、第 2 部材 72 の傾斜板部 72 C の下面（光学素子 LS1 とは反対側に向く面）によって傾斜流路部 14 S の天井面が形成されている。第 1 部材 71 の傾斜板部 71 C 及び第 2 部材 72 の傾斜板部 72 C のそれぞれはすり鉢状に形成されている。これら第 1、第 2 部材 71、72 を組み合わせることによってスリット状の供給流路 14 が形成される。また、バッファ流路部 14 H の外側は、第 1 部材 71 の側板部 71 A の上部領域によって閉塞されており、第 2 部材 72 の傾斜板部 72 C の上面は、光学素子 LS1 の側面と対向している。

## 【0056】

液体回収口 22 は、基板ステージ PST に支持された基板 P の上方において、その基板 P 表面と対向するように設けられている。液体回収口 22 と基板 P 表面とは所定距離だけ離れている。液体回収口 22 は、投影光学系 PL の投影領域 AR1 に対して液体供給口 12 の外側に、投影領域 AR1 に対して液体供給口 12 よりも離れて設けられており、液体供給口 12、及び投影領域 AR1 を囲むように形成されている。具体的には、第 1 部材 71 の側板部 71 A、天板部 71 B、及び傾斜板部 71 C によって下向きに開口する空間部 24 が形成されており、空間部 24 の前記開口部により液体回収口 22 が形成されており、前記空間部 24 により回収流路 24 が形成されている。そして、回収流路（空間部）24 の一部に、回収管 23 の他端部が接続されている。

## 【0057】

液体回収口 22 には、その液体回収口 22 を覆うように複数の孔を有する多孔部材 25 が配置されている。多孔部材 25 は複数の孔を有したメッシュ部材により構成されている。多孔部材 25 としては、例えば略六角形状の複数の孔からなるハニカムパターンを形成されたメッシュ部材によって構成可能である。多孔部材 25 は薄板状に形成されており、例えば 100  $\mu\text{m}$  程度の厚みを有するものである。

## 【0058】

多孔部材 25 は、ステンレス鋼（例えば SUS316）などからなる多孔部材の基材と

10

20

30

40

50

なる板部材に孔あけ加工を施すことで形成可能である。また、液体回収口 22 に、複数の薄板状の多孔部材 25 を重ねて配置することも可能である。また、多孔部材 25 に、液体 LQ への不純物の溶出を抑えるための表面処理、あるいは親液性を高めるための表面処理を施してもよい。そのような表面処理としては、多孔部材 25 に酸化クロムを付着する処理が挙げられ、例えば株式会社神鋼環境ソリューションの「GOLDEP」処理あるいは「GOLDEP WHITE」処理が挙げられる。このような表面処理を施すことにより、多孔部材 25 から液体 LQ に不純物が溶出する等の不都合を防止できる。また、ノズル部材 70（第 1、第 2 部材 71、72）に上述した表面処理を施してもよい。また、多孔部材 25 を、第 1 液体 LQ1 への不純物の溶出が少ない材料（チタンなど）を用いて形成してもよい。

#### 【0059】

ノズル部材 70 は平面視四角形状である。図 3 に示すように、液体回収口 22 は、ノズル部材 70 の下面において、投影領域 AR1 及び液体供給口 12 を取り囲むように平面視枠状（口の字状）に形成されている。そして、その液体回収口 22 に薄板状の多孔部材 25 が配置されている。また、液体回収口 22（多孔部材 25）と液体供給口 12 との間には、第 1 部材 71 の底板部 71D が配置されている。液体供給口 12 は、第 1 部材 71 の底板部 71D と、第 2 部材 72 の底板部 72D との間において平面視環状のスリット状に形成されたものである。

#### 【0060】

ノズル部材 70 のうち、底板部 71D、72D それぞれの基板 P と対向する面（下面）は、XY 平面と平行な平坦面となっている。すなわち、ノズル部材 70 は、基板ステージ PST に支持された基板 P の表面（XY 平面）と対向するように、且つ基板 P の表面と略平行となるように形成された下面を有する底板部 71D、72D を備えた構成となっている。また、本実施形態においては、底板部 71D の下面と底板部 72D の下面とは略面一であり、基板ステージ PST に配置された基板 P 表面とのギャップが最も小さくなる部分となる。これにより、底板部 71D、72D の下面と基板 P との間で液体 LQ を良好に保持して液浸領域 AR2 を形成することができる。以下の説明においては、基板 P の表面と対向するように、且つ基板 P の表面（XY 平面）と略平行となるように形成された底板部 71D、72D の下面（平坦部）を合わせて、「ランド面 75」と適宜称する。

#### 【0061】

ランド面 75 は、ノズル部材 70 のうち、基板ステージ PST に支持された基板 P に最も近い位置に配置された面である。なお本実施形態においては、底板部 71D の下面と底板部 72D の下面とは略面一となっているため、底板部 71D の下面及び底板部 72D の下面を合わせてランド面 75 としているが、底板部 71D が配置されている部分も多孔部材 25 を配置して液体回収口としてもよく、この場合には底板部 72D の下面のみがランド面 75 となる。

#### 【0062】

多孔部材 25 は、基板ステージ PST に支持された基板 P と対向する下面 2 を有している。そして、多孔部材 25 は、その下面 2 が基板ステージ PST に支持された基板 P の表面（すなわち XY 平面）に対して傾斜するように液体回収口 22 に設けられている。すなわち、液体回収口 22 に設けられた多孔部材 25 は、基板ステージ PST に支持された基板 P の表面と対向する斜面（下面）2 を有している。液体 LQ は、液体回収口 22 に配置された多孔部材 25 の斜面 2 を介して回収される。そのため、液体回収口 22 は斜面 2 に形成された構成となっている。換言すれば、本実施形態においては、斜面全体が液体回収口 22 として機能する。また、液体回収口 22 は、露光光 EL が照射される投影領域 AR1 を囲むように形成されているため、その液体回収口 22 に配置された多孔部材 25 の斜面 2 は、投影領域 AR1 を囲むように形成された構成となっている。

#### 【0063】

基板 P と対向する多孔部材 25 の斜面 2 は、投影光学系 PL（光学素子 LS1）の光軸 AX から離れるにつれて、基板 P の表面との間隔が大きくなるように形成されている。図 3 に示すように、本実施形態においては、液体回収口 22 は平面視口の字状に形成され、

10

20

30

40

50

その液体回収口 22 には 4 枚の多孔部材 25 A ~ 25 D が組み合わされて配置されている。このうち、投影領域 A R 1 に対して X 軸方向（走査方向）両側のそれぞれに配置されている多孔部材 25 A、25 C は、その表面と X Z 平面とを直交させつつ、光軸 A X から離れるにつれて基板 P の表面との間隔が大きくなるように配置されている。また、投影領域 A R 1 に対して Y 軸方向の両側のそれぞれに配置されている多孔部材 25 B、25 D は、その表面と Y Z 平面とを直交させつつ、光軸 A X から離れるにつれて基板 P の表面との間隔が大きくなるように配置されている。

【0064】

X Y 平面に対する多孔部材 25 の下面 2 の傾斜角は液体 L Q の粘性や基板 P 表面における液体 L Q の接触角等を考慮して 3 ~ 20 度の間に設定される。なお本実施形態においては、その傾斜角は 7 度に設定されている。

【0065】

第 1 部材の傾斜板部 71 C の下端部に接続された底板部 71 D の下面と側板部 71 A の下端部とは、Z 軸方向においてほぼ同じ位置（高さ）に設けられている。また、多孔部材 25 は、その斜面 2 の内縁部と底板部 71 D の下面（ランド面 75）とがほぼ同じ高さになるように、且つ斜面 2 の内縁部と底板部 71 D の下面（ランド面 75）とが連続するように、ノズル部材 70 の液体回収口 22 に取り付けられている。すなわち、ランド面 75 は、多孔部材 25 の斜面 2 と連続的に形成されている。また、多孔部材 25 は光軸 A X から離れるにつれて基板 P の表面との間隔が大きくなるように配置されている。そして、斜面 2（多孔部材 25）の外縁部の外側には、側板部 71 A の下部の一部の領域によって形成された壁部 76 が設けられている。壁部 76 は、多孔部材 25（斜面 2）を囲むように、その周縁に設けられたものであって、投影領域 A R 1 に対して液体回収口 22 の外側に設けられており、液体 L Q の漏出を抑制するためのものである。

【0066】

ランド面 75 を形成する底板部 72 D の一部は、Z 軸方向に関して、投影光学系 P L の光学素子 L S 1 の像面側の端面（下面）T1 と基板 P との間に配置されている。すなわち、ランド面 75 の一部が、投影光学系 P L の光学素子 L S 1 の下面（端面）T1 の下にもぐり込んでいる。また、ランド面 75 を形成する底板部 72 D の中央部には、露光光 E L が通過する開口部 74 が形成されている。開口部 74 は、投影領域 A R 1 に応じた形状を有しており、本実施形態においては Y 軸方向（非走査方向）を長手方向とする楕円状に形成されている。開口部 74 は投影領域 A R 1 よりも大きく形成されており、投影光学系 P L を通過した露光光 E L は、底板部 72 D に遮られることなく、基板 P 上に到達できる。すなわち、ランド面 75 の少なくとも一部は、露光光 E L の光路を妨げない位置において、露光光 E L の光路を囲むように、且つ投影光学系 P L の端面 T1 の下にもぐり込むようにして配置されている。換言すれば、ランド面 75 の少なくとも一部は、投影光学系 P L の像面側の端面 T1 と基板 P との間において、投影領域 A R 1 を囲むように配置されている。また、底板部 72 D は、その下面をランド面 75 として、基板 P の表面と対向するように配置されており、光学素子 L S 1 の下面 T1 及び基板 P とは接触しないように設けられている。なお、開口部 74 のエッジ部 74 E は、直角状であってもよいし、鋭角に形成されていてもよいし、円弧状に形成されていてもよい。

【0067】

そして、ランド面 75 は、投影領域 A R 1 と液体回収口 22 に配置された多孔部材 25 の斜面 2 との間に配置された構成となっている。液体回収口 22 は、投影領域 A R 1 に対してランド面 75 の外側で、且つランド面 75 を囲むように配置された構成となっている。すなわち、液体回収口 22 は、露光光 E L の光路に対してランド面 75 より離れた位置に、ランド面を囲むように配置されている。また、液体供給口 12 も、投影領域 A R 1 に対してランド面 75 の外側に配置された構成となっている。液体供給口 12 は、投影光学系 P L の投影領域 A R 1 と液体回収口 22 との間に設けられた構成となっており、液浸領域 A R 2 を形成するための液体 L Q は、液体供給口 12 を介して、投影光学系 P L の投影領域 A R 1 と液体回収口 22 との間で供給される。なお、液体供給口 12 と液体回収口 2

2の数、位置及び形状は、本実施形態で述べるものに限られず、液浸領域AR2を所望状態に維持できる構成であればよい。例えば、液体回収口22はランド面75を囲まないように配置されていてもよい。この場合、ノズル部材70の下面のうち、投影領域AR1に対して走査方向(X方向)の両側の所定領域のみ、あるいは投影領域AR1に対して非走査方向(Y方向)の両側の所定領域のみに液体回収口22を設けるようにしてもよい。

【0068】

上述したように、ランド面75は、光学素子LS1の下面T1と基板Pとの間に配設されており、基板P表面と光学素子LS1の下面T1との距離は、基板P表面とランド面75との距離よりも長くなっている。すなわち、光学素子LS1の下面T1は、ランド面75より高い位置に(基板Pに対して遠くなるように)形成されている。本実施形態においては、光学素子LS1の下面T1と基板Pとの距離は3mm程度であり、ランド面75と基板Pとの距離は1mm程度である。そして、ランド面75には液浸領域AR2の液体LQが接触するようになっており、光学素子LS1の下面T1にも液浸領域AR2の液体LQが接触するようになっており、すなわち、ランド面75及び下面T1は、液浸領域AR2の液体LQと接触する液体接触面となっている。

10

【0069】

投影光学系PLの光学素子LS1の液体接触面T1は、親液性(親水性)を有している。本実施形態においては、液体接触面T1に対して親液化処理が施されており、その親液化処理によって、光学素子LS1の液体接触面T1が親液性となっている。また、ランド面75も親液化処理されて親液性を有している。なお、ランド面75の一部(例えば、底

20

板部71Dの下面)は撥液化処理されて撥液性を有していてもよい。もちろん、上述したように、第1部材71及び第2部材72を、親液性の材料で形成して、ランド面75に親液性を持たせてもよい。

【0070】

光学素子LS1の液体接触面T1等の所定部材を親液性にするための親液化処理としては、例えば、 $MgF_2$ 、 $Al_2O_3$ 、 $SiO_2$ 等の親液性材料を付着させる等の処理が挙げられる。あるいは、本実施形態における液体LQは極性の大きい水であるため、親液化処理(親水化処理)としては、例えばアルコールなどOH基を持った極性の大きい分子構造の物質で薄膜を形成することで、親液性(親水性)を付与することもできる。また、光学素子LS1を蛍石又は石英で形成することにより、これら蛍石又は石英は水との親和性

30

が高いため、親液化処理を施さなくても、良好な親液性を得ることができ、光学素子LS1の液体接触面(端面)T1のほぼ全面に液体LQを密着させることができる。

【0071】

また、ランド面75の一部を撥液性にする場合の撥液化処理としては、例えば、ポリ四フッ化エチレン(テフロン(登録商標))等のフッ素系樹脂材料、アクリル系樹脂材料、シリコン系樹脂材料等の撥液性材料を付着させる等の処理が挙げられる。また、基板ステージPSTの上面91を撥液性にするることにより、液浸露光中における基板P外側(上面91外側)への液体LQの流出を抑え、また液浸露光後においても液体LQを円滑に回収できて上面91に液体LQが残留する不都合を防止できる。

【0072】

基板P上に液体LQを供給するために、制御装置CONTは、液体供給部11を駆動して液体供給部11より液体LQを送出する。液体供給部11より送出された液体LQは、供給管13を流れた後、ノズル部材70の供給流路14のうちバッファ流路部14Hに流入する。バッファ流路部14Hは水平方向に広がる空間部であり、バッファ流路部14Hに流入した液体LQは水平方向に広がるように流れる。バッファ流路部14Hの流路下流側である内側(光軸AX側)の領域には堤防部15が形成されているため、液体LQはバッファ流路部14Hの全域に広がった後、一旦貯められる。そして、バッファ流路部14Hに液体LQが所定量以上貯まった後(液体LQの液面が堤防部15の高さ以上になった後)、狭流路部14Nを介して傾斜流路部14Sに流入する。傾斜流路部14Sに流入した液体LQは、傾斜流路部14Sを下方に向かって流れ、液体供給口12より投影光学系

40

50

P L の像面側に配置された基板 P 上に供給される。液体供給口 1 2 は基板 P の上方より基板 P 上に液体 L Q を供給する。

【0073】

このように、堤防部 1 5 を設けたことにより、バッファ流路部 1 4 H から流れ出た液体 L Q は、投影領域 A R 1 を囲むように環状に形成された液体供給口 1 2 の全域からほぼ均一に基板 P 上に供給される。つまり、堤防部 1 5 (狭流路部 1 4 N) が形成されていないと、傾斜流路部 1 4 S を流れる液体 L Q の流量は、供給管 1 3 とバッファ流路部 1 4 H との接続部近傍の領域のほうが他の領域よりも多くなるため、環状に形成された液体供給口 1 2 の各位置において基板 P 上に対する液体供給量が不均一となる場合がある。しかしながら、狭流路部 1 4 N を設けてバッファ流路部 1 4 H を形成し、そのバッファ流路部 1 4 H に所定量以上の液体 L Q が貯められた後、液体供給口 1 2 への液体供給が開始されるようにしたので、液体供給口 1 2 の各位置における流量分布や流速分布を均一化した状態で基板 P 上に液体 L Q を供給することができる。ここで、供給流路 1 4 の曲がり角部 1 7 近傍には例えば供給開始時などに気泡が残存しやすいが、この曲がり角部 1 7 近傍の供給流路 1 4 を狭めて狭流路部 1 4 N を形成したことにより、狭流路部 1 4 N を流れる液体 L Q の流速を高速度化でき、その高速度化された液体 L Q の流れにより気泡を液体供給口 1 2 を介して供給流路 1 4 外部に排出できる。そして、気泡を排出した後、液浸露光動作を実行することにより、液浸領域 A R 2 に気泡がない状態で露光処理できる。なお堤防部 1 5 は、バッファ流路部 1 4 H の天井面より一 Z 方向に突出するように設けられていてもよい。要は、バッファ流路部 1 4 H よりも狭い狭流路部 1 4 N が、バッファ流路部 1 4 H よりも流路下流側に設けられていればよい。

【0074】

なお、堤防部 1 5 は部分的に低く (高く) してもよい。堤防部 1 5 に部分的に高さの異なる領域を設けておくことによって、液体 L Q の供給を開始したときに液浸領域 A R 2 を形成する液体中への気体 (気泡) の残留を防止することができる。またバッファ流路部 1 4 H を複数の流路に分割して、スリット状の液体供給口 1 2 の位置に応じて異なる量の液体 L Q を供給できるようにしてもよい。

【0075】

基板 P 上の液体 L Q を回収するために、制御装置 C O N T は、液体回収部 2 1 を駆動する。真空系を有する液体回収部 2 1 が駆動されることにより、基板 P 上の液体 L Q は、多孔部材 2 5 を配置された液体回収口 2 2 を介して回収流路 2 4 に流入する。液浸領域 A R 2 の液体 L Q を回収するとき、その液体 L Q には多孔部材 2 5 の下面 (斜面) 2 が接触する。液体回収口 2 2 (多孔部材 2 5) は基板 P の上方において、基板 P に対向するように設けられているため、基板 P 上の液体 L Q を上方より回収する。回収流路 2 4 に流入した液体 L Q は、回収管 2 3 を流れた後、液体回収部 2 1 に回収される。

【0076】

図 5 は液体回収部 2 1 の一例を示す図である。図 5 において、液体回収部 2 1 は、回収管 2 3 の一端部に接続された回収タンク 2 6 と、回収タンク 2 6 に配管 2 7 K を介して接続された真空ポンプ (真空系) 2 7 と、回収タンク 2 6 に配管 2 9 K を介して接続された排液ポンプ (排水ポンプ) 2 9 と、回収タンク 2 6 の内側に設けられた液位センサ (水位センサ) 2 8 とを備えている。回収管 2 3 の一端部は、回収タンク 2 6 の上部に接続されている。また、その一端部を真空ポンプ 2 7 に接続した配管 2 7 K の他端部は、回収タンク 2 6 の上部に接続されている。また、その一端部を排液ポンプ 2 9 に接続した配管 2 9 K の他端部は、回収タンク 2 6 の下部に接続されている。真空ポンプ 2 7 が駆動することにより、ノズル部材 7 0 の液体回収口 2 2 を介して液体 L Q が回収され、回収タンク 2 6 に収容される。排液ポンプ 2 9 が駆動することにより、回収タンク 2 6 に収容されている液体 L Q は、配管 2 9 K を介して外部に排出される。真空ポンプ 2 7 及び排液ポンプ 2 9 の動作は制御装置 C O N T に制御される。液位センサ 2 8 は、回収タンク 2 6 に収容されている液体 L Q の液位 (水位) を計測するものであって、その計測結果を制御装置 C O N T に出力する。制御装置 C O N T は、回収タンク 2 6 に収容された液体 L Q の液位 (水位

）がほぼ一定となるように、液位センサ 28 の出力に基づいて、排液ポンプ 29 の吸引力（排水力）を調整する。制御装置 CONT は、回収タンク 26 内の液体 LQ の液位をほぼ一定に維持できるため、回収タンク 26 内の圧力を安定化することができる。したがって、液体回収口 22 を介した液体 LQ の回収力（吸引力）を安定させることができる。なお、図 5 に示す実施形態において、排液ポンプ 29 の代わりに排液バルブを設け、液位センサ 28 の出力に基づいて、排液バルブの開閉調整あるいは排出口の径調整を行う等して、回収タンク 26 内の液体 LQ の液位をほぼ一定に維持するようにしてもよい。

【0077】

本実施形態における液体回収機構 20 の回収方法の一例について説明する。なお、本実施形態においては、この回収方法をバブルポイント法と呼ぶことにする。液体回収機構 20 は、このバルブポイント法を用いて回収口 22 から液体 LQ だけを回収するようにしており、これによって液体回収に起因する振動の発生を抑制することができる。

10

【0078】

以下、図 6 の模式図を参照しながら、本実施形態における液体回収機構 20 による液体回収動作の原理について説明する。液体回収機構 20 の回収口 22 には、多孔部材 25 が配置される。多孔部材 25 としては、例えば多数の孔が形成された薄板状のメッシュ部材を使用することができる。バルブポイント法は、多孔部材 25 が濡れた状態で、多孔部材 25 の上面と下面との圧力差を後述の所定条件を満足するように制御することで、多孔部材 25 の孔から液体 LQ だけを回収するものである。バルブポイントの条件に係るパラメータとしては、多孔部材 25 の孔径、多孔部材 25 の液体 LQ との接触角（親和性）、及び液体回収部 21 の吸引力（多孔部材 25 の上面の圧力）等が挙げられる。

20

【0079】

図 6 は、多孔部材 25 の部分断面の拡大図であって、多孔部材 25 を介して行われる液体回収の一態様を示すものである。多孔部材 25 の下には、基板 P が配置されており、多孔部材 25 と基板 P との間には、気体空間及び液体空間が形成されている。このような状況は、例えば、図 4 に示した液浸領域 AR2 の端部で生じる。あるいは、液浸領域 AR2 の液体 LQ 中に空隙（Void）が形成された場合にも、このような状況が生じ得る。より具体的には、多孔部材 25 の第 1 孔 25 H a と基板 P との間には気体空間が形成され、多孔部材 25 の第 2 孔 25 H b と基板 P との間には液体空間が形成されている。また、多孔部材 25 の上には、回収流路 24 の一部を形成する流路空間が形成されている。

30

【0080】

図 6 において、多孔部材 25 の第 1 孔 25 H a と基板 P との間の空間の圧力（多孔部材 25 H の下面での圧力）を  $P_a$ 、多孔部材 25 の上の流路空間の圧力（多孔部材 25 の上面での圧力）を  $P_b$ 、孔 25 H a、25 H b の孔径（直径）を  $d$ 、多孔部材 25（孔 25 H の内側）の液体 LQ との接触角を  $\theta$ 、液体 LQ の表面張力を  $\gamma$  として、

$$(4 \times \gamma \times \cos \theta) / d \geq (P_a - P_b) \quad \cdots (1A)$$

の条件が成立する場合、図 6 に示すように、多孔部材 25 の第 1 孔 25 H a の下側（基板 P 側）に気体空間が形成されても、多孔部材 25 の下側の空間の気体が孔 25 H a を介して多孔部材 25 の上側の空間に移動（侵入）することを防止することができる。すなわち、上記（1A）式の条件を満足するように、接触角  $\theta$ 、孔径  $d$ 、液体 LQ の表面張力  $\gamma$ 、圧力  $P_a$ 、 $P_b$  を最適化することで、液体 LQ と気体との界面が多孔部材 25 の孔 25 H a 内に維持され、第 1 孔 25 H a からの気体の侵入を抑えることができる。一方、多孔部材 25 の第 2 孔 25 H b の下側（基板 P 側）には液体空間が形成されているので、第 2 孔 25 H b を介して液体 LQ のみを回収することができる。

40

【0081】

なお、上記（1A）式の条件においては、説明を簡単にするために多孔部材 25 の上の液体 LQ の静水圧は考慮してない。

【0082】

また、本実施形態において、液体回収機構 20 は、多孔部材 25 の下の空間の圧力  $P_a$ 、孔 25 H の直径  $d$ 、多孔部材 25（孔 25 H の内側面）の液体 LQ との接触角  $\theta$ 、液体

50

(純水)  $LQ$  の表面張力  $\gamma$  は一定として、液体回収部 21 の吸引力を制御して、上記 (1A) 式を満足するように、多孔部材 25 の上の流路空間の圧力を調整している。ただし、上記 (1A) 式において、 $(P_a - P_b)$  が大きいほど、すなわち、 $((4 \times \gamma \times \cos \theta) / d)$  が大きいほど、上記 (1A) 式を満足するような圧力  $P_b$  の制御が容易になるので、孔 25Ha、25Hb の直径  $d$ 、及び多孔部材 25 の液体  $LQ$  との接触角  $\theta$  は可能な限り小さくすることが望ましい。

【0083】

次に、上述した構成を有する露光装置 EX を用いてマスク M のパターン像を基板 P に露光する方法について説明する。

【0084】

制御装置 CONT は、液体供給機構 10 及び液体回収機構 20 を有する液浸機構 1 により、基板 P 上に液体  $LQ$  を所定量供給するとともに基板 P 上の液体  $LQ$  を所定量回収することで、基板 P 上に液体  $LQ$  の液浸領域 AR2 を形成する。液浸機構 1 より供給された液体  $LQ$  は、投影領域 AR1 を含む基板 P 上の一部に、投影領域 AR1 よりも大きく且つ基板 P よりも小さい液浸領域 AR2 を局所的に形成する。

【0085】

そして、制御装置 CONT は、液体供給機構 10 による基板 P 上に対する液体  $LQ$  の供給と並行して、液体回収機構 20 による基板 P 上の液体  $LQ$  の回収を行いつつ、基板 P を支持する基板ステージ PST を X 軸方向 (走査方向) に移動しながら、マスク M のパターン像を投影光学系 PL と基板 P との間の液体  $LQ$  及び投影光学系 PL を介して基板 P 上に投影露光する。

【0086】

本実施形態における露光装置 EX は、マスク M と基板 P とを X 軸方向 (走査方向) に移動しながらマスク M のパターン像を基板 P に投影露光するものであって、走査露光時には、液浸領域 AR2 の液体  $LQ$  及び投影光学系 PL を介してマスク M の一部のパターン像が投影領域 AR1 内に投影され、マスク M が -X 方向 (又は +X 方向) に速度  $V$  で移動するのに同期して、基板 P が投影領域 AR1 に対して +X 方向 (又は -X 方向) に速度  $\beta \cdot V$  ( $\beta$  は投影倍率) で移動する。基板 P 上には複数のショット領域が設定されており、1 つのショット領域への露光終了後に、基板 P のステッピング移動によって次のショット領域が走査開始位置に移動し、以下、ステップ・アンド・スキャン方式で基板 P を移動しながら各ショット領域に対する走査露光処理が順次行われる。

【0087】

本実施形態においては、多孔部材 25 は基板 P の表面に対して傾斜しており、液体回収口 22 に配置された多孔部材 25 の斜面 2 を介して液体  $LQ$  を回収する構成であって、液体  $LQ$  は斜面 2 を含む液体回収口 22 を介して回収される構成である。また、ランド面 75 (底板部 71D の下面) と斜面 2 とは連続的に形成されている。その場合において、図 7 (a) に示す初期状態 (ランド面 75 と基板 P との間に液体  $LQ$  の液浸領域 AR2 が形成されている状態) から、基板 P を液浸領域 AR2 に対して +X 方向に所定速度で所定距離だけスキャン移動した場合、図 7 (b) に示すような状態となる。図 7 (b) に示すようなスキャン移動後の所定状態においては、液浸領域 AR2 の液体  $LQ$  には、斜面 2 に沿って斜め上方に移動する成分 F1 と、水平方向に移動する成分 F2 とが生成される。その場合、液浸領域 AR2 の液体  $LQ$  とその外側の空間との界面 (気液界面) LG の形状は維持される。また、たとえ液浸領域 AR2 に対して基板 P を高速に移動したとしても、界面 LG の形状の大きな変化を抑制することができる。

【0088】

また、斜面 2 と基板 P との間の距離は、ランド面 75 と基板 P との間の距離よりも大きい。すなわち、斜面 2 と基板 P との間の空間は、ランド面 75 と基板 P との間の空間よりも大きい。したがって、基板 P を移動したとき、図 7 (a) に示す初期状態での界面 LG と、図 7 (b) に示すスキャン移動後の所定状態での界面 LG との距離  $L$  を比較的小くすることができる。そのため、液浸領域 AR2 の拡がりを抑えて、液浸領域 AR2 の大

10

20

30

40

50



きを小さくすることができる。

【0089】

例えば、図8(a)に示すように、ランド面75と液体回収口22に配置された多孔部材25の下面2'とが連続的に形成されており、多孔部材25の下面2'が基板Pに対して傾斜しておらず、基板P表面と略平行である場合、換言すれば、下面2'を含む液体回収口22が傾斜していない場合においても、液浸領域AR2に対して基板Pを移動したとき、界面LGの形状は維持される。ところが、下面2'は傾斜していないので、液体LQには水平方向に移動する成分F2のみが生成され、上方に移動する成分(F1)はほとんど生成されない。その場合、界面LGは基板Pの移動量とほぼ同じ距離を移動するため、初期状態での界面LG'とスキャン移動後の所定状態での界面LGとの距離Lは比較的大きい値となり、それに伴って液浸領域AR2も大きくなる。すると、その大きな液浸領域AR2に応じてノズル部材70も大型化しなければならず、また、液浸領域AR2の大きさに応じて基板ステージPST自体の大きさや基板ステージPSTの移動ストロークも大きくする必要があり、露光装置EX全体の巨大化を招く。そして、液浸領域AR2の大型化は、液浸領域AR2に対する基板Pのスキャン速度が高速化するにつれて顕著になる。

【0090】

また、図8(b)に示すように、ランド面75と液体回収口22(多孔部材25の下面2')との間に段差を設けることによって、下面2'と基板Pとの間の距離を、ランド面75と基板Pとの間の距離よりも大きくした場合、換言すれば、下面2'と基板Pとの間の空間を、ランド面75と基板Pとの間の空間よりも大きくした場合、液体LQには上方に移動する成分F1'が生成されるので、距離Lを比較的小さい値にすることができ、液浸領域AR2の大型化を抑制することができる。ところが、ランド面75と下面2'の間には段差が設けられており、ランド面75と下面2'とは連続的に形成されていないので、界面LGの形状が崩れやすくなる。界面LGの形状が崩れると、液浸領域AR2の液体LQ中に気体が噛み込んで液体LQ中に気泡が生成される不都合が発生する可能性が高くなる。また、例えば基板Pを+X方向に高速スキャンしたとき、段差があると、界面LGの形状が崩れるとともに上方に移動する成分F1'がより大きくなり、液浸領域AR2の最も+X側の領域の液体LQの膜厚が薄くなり、その状態で基板Pを-X方向(逆スキャン)に移動したとき、液体LQがちぎれる現象が発生する可能性が高くなる。そのちぎれた液体(図8(b)中、符号LQ'参照)が、例えば基板P上に残存すると、その液体LQ'の気化により基板上に付着跡(所謂ウォーターマーク)が形成される不都合が生じる。また、液体LQが基板Pの外側に流出し、周辺部材及び機器に錆びや漏電等の不都合を引き起こす可能性も高くなる。そして、前記不都合が発生する可能性は、液浸領域AR2に対する基板Pのスキャン速度が高速化するにつれて高くなる。

【0091】

本実施形態においては、ランド面75(底板部71Dの下面)と連続的に斜面2を形成し、液浸機構1(液体回収機構20)の液体回収口22を、基板Pの表面と対向する斜面2に形成したので、投影光学系PLの像面側に形成された液浸領域AR2と基板Pとを相対移動させた場合においても、液浸領域AR2の液体LQとその外側の空間との界面LGの移動距離を抑えつつ、界面LGの形状を維持する(界面LGの形状変化を小さくすることができ、液浸領域AR2の大きさや形状を所望状態に維持することができる。したがって、液体LQ中に気泡が生成されたり、あるいは液体を十分に回収できなかったり、液体が流出する等の不都合が防止される。また、液浸領域AR2の大きさを小さくすることができる。したがって、露光装置EX全体のコンパクト化を図ることもできる。

【0092】

また、基板Pを高速スキャンした場合、液浸領域AR2の液体LQが外側に流出したり、液浸領域AR2の液体LQが周囲に飛散する可能性が高くなるが、斜面2の周縁に壁部76を設けたので、液体LQの漏出を抑制することができる。すなわち、多孔部材25の周縁に壁部76を設けることによって、壁部76の内側にバッファ空間が形成されるので、液体LQが壁部76の内側面に達しても、液浸領域AR2を形成する液体LQは壁部7

10

20

30

40

50

6の内側のバッファ空間に濡れ広がるため、壁部76の外側への液体LQの漏出をより確実に防止することができる。

【0093】

また、ランド面75の一部（底板部72Dの下面）が投影領域AR1を囲むように投影光学系PLの端面T1の下に配置されているので、ランド面75の一部（底板部72Dの下面）と基板P表面との間に形成される小さいギャップが、投影領域の近傍に、且つ投影領域を囲むように形成される。したがって、投影領域AR1を覆うために必要十分な小さな液浸領域を保ち続けることができる。したがって、基板Pを高速に移動（スキャン）した場合にも、液浸領域AR2の液体LQ中への気体の混入や液体LQの流出などの不都合を抑えつつ、露光装置EX全体のコンパクト化を図ることができる。また、ランド面75の一部（底板部72Dの下面）の外側に液体供給口12が配置されているので、液浸領域AR2を形成する液体LQ中への気体（気泡）の混入が防止され、基板Pを高速で移動させた場合にも、露光装置ELの光路を液体で満たし続けることが可能となる。

【0094】

＜第2の実施形態＞

次に、本発明の第2の実施形態について図9を参照しながら説明する。ここで、以下の説明において、上述した実施形態と同一又は同等の構成部分については同一の符号を付し、その説明を簡略若しくは省略する。上述した第1の実施形態においては、薄板状の多孔部材25を基板Pに対して傾斜して取り付けることで、斜面2を形成しているが、図9に示すように、ノズル部材70の下面に、露光装置ELの光軸AXから離れるにつれて、基板Pの表面との間隔が大きくなるような斜面2'を設け、その斜面2'の一部の所定位置（所定領域）に液体回収口22を形成するようにしてもよい。そして、その液体回収口22に多孔部材25を設けるようにしてもよい。この場合において、ノズル部材70の斜面2'と多孔部材25の下面2とは連続しており、斜面2'と下面2とはほぼ面一となっている。こうすることによっても、例えば斜面2'と基板Pとの間に液体LQの界面LGが形成された場合に、その界面LGの形状を維持し、液浸領域AR2の液体LQ中に気泡が生成される等の不都合を防止することができる。また、液浸領域AR2の大きさを小さくすることもできる。

【0095】

＜第3の実施形態＞

図10は本発明の第3の実施形態を示す図である。図10に示すように、多孔部材25の下面2のうち、光軸AXに近い第1領域2Aの基板Pに対する傾斜角度が、その外側の第2領域2Bの基板Pに対する傾斜角度よりも大きくなるように形成してもよい。

【0096】

＜第4の実施形態＞

図11は本発明の第4の実施形態を示す図である。図11に示すように、多孔部材25の下面2のうち、光軸AXに近い第1領域2Aの基板Pに対する傾斜角度が、その外側の第2領域2Bの基板Pに対する傾斜角度よりも小さくなるように形成してもよい。すなわち、多孔部材25の下面2は平坦面である必要はなく、多孔部材25の下面2が露光装置ELの光軸AXから離れるにつれて、基板Pの表面との間隔が大きくなるように設けられていけばよい。

【0097】

＜第5の実施形態＞

図12は本発明の第5の実施形態を示す図である。図12に示すように、ノズル部材70の下面に形成されている斜面（多孔部材25の下面）に、複数のフィン部材150を形成してもよい。フィン部材150は側面視略三角形状であって、図12の側断面図において、多孔部材25の下面2と壁部76の内側に形成されるバッファ空間に配置される。またフィン部材150は、その長手方向を外側に向けるようにして放射状に、壁部76の内側面76に取り付けられる。ここで、複数のフィン部材150どうしは離間しており、各フィン部材150間には空間部が形成されている。このように複数のフィン部材150

を配置することによって、ノズル部材70の下面に形成されている斜面（多孔部材25の下面）での液体接触面積を増加させることができるので、ノズル部材70の下面における液体LQの保持性能を向上させることができる。なお、複数のフィン部材は等間隔で設けられてもよいし、不等間隔であってもよい。例えば、投影領域AR1に対してX軸方向の両側に配置されるフィン部材150の間隔を、投影領域AR1に対してY軸方向の両側に配置されるフィン部材150の間隔より小さく設定してもよい。なお、フィン部材150の表面は液体LQに対して親液性であることが好ましい。また、フィン部材150はステンレス鋼（例えばSUS316）に「GOLDEP」処理あるいは「GOLDEP WHITE」処理することで形成してもよいし、ガラス（石英）などで形成することもできる。

【0098】

＜第6の実施形態＞

次に、本発明の第6の実施形態について、図13、図14、図15、及び図16を参照しながら説明する。なお、上述の各実施形態と同一または類似の機構及び部材には、共通の符号を付して詳細な説明は省略する。図13はノズル部材70'近傍を示す概略斜視図の一部破断図、図14はノズル部材70'を下側から見た斜視図、図15はYZ平面と平行な側断面図、図16はXZ平面と平行な側断面図である。

【0099】

本実施形態におけるノズル部材70'は、第1部材171と第2部材172とを組み合わせ構成されており、全体として平面視略円形状に形成されている。第1部材171は、側板部171Aと、厚肉の傾斜板部171Cとを有しており、側板部171Aの上端部と傾斜板部171Cの上端部とが接続されている。一方、第2部材172は、傾斜板部172Cと、傾斜板部172Cの下端部に接続した底板部172Dとを有している。第1部材171の傾斜板部171C、及び第2部材172の傾斜板部172Cのそれぞれは、すり鉢状に形成されており、第2部材172の傾斜板部172Cは、第1部材171の傾斜板部171Cの内側に配置されている。そして、第1部材171の傾斜板部171Cの内側面171Tと、第2部材172の傾斜板部172Cの外側面172Sとが僅かに離れる状態となるように、第1部材171及び第2部材172が不図示の支持機構で支持されている。そして、第1部材171の傾斜板部171Cの内側面171Tと、第2部材172の傾斜板部172Cの外側面172Sとの間には、平面視円環状であってスリット状の溝部73が設けられている。本実施形態においては、溝部73のスリット幅G1は例えば3mm程度に設定されている。また本実施形態においては、溝部73は、XY平面（基板Pの表面）に対して約45度の傾斜を持つように形成されている。

【0100】

光学素子LS1は、第2部材172の傾斜板部172Cによって形成された穴部70Hの内側に配置されるようになっており、その穴部70Hに配置された光学素子LS1の側面と、第2部材172の傾斜板部172Cの内側面172Tとが対向する。そして、その傾斜板部172Cの内側面172Tは、液体LQに対して撥液性（撥水性）となっており、投影光学系PLの側面と傾斜板部172C（ノズル部材70'）の内側面172Tとの間隙への液体LQの浸入が抑制されている。

【0101】

第1部材171の傾斜板部171Cのうち、基板Pと対向する下面171Rは、XY平面と平行な平坦面となっている。また、第2部材172の底板部172Dのうち、基板Pと対向する下面172Rも、XY平面と平行な平坦面となっている。そして、第1部材171の傾斜板部171Cの下面171Rと、第2部材172の底板部172Dの下面172Rとは略面一となっており、これら傾斜板部171Cの下面171R、及び底板部172Dの下面172Rによって、ノズル部材70'のうち、基板ステージPSTに支持された基板P表面（基板ステージPSTの上面）と対向し、この基板P表面（基板ステージPSTの上面）に最も近い面であるランド面75が形成されている。また、ランド面75を形成する底板部172Dの中央部には、露光光ELが通過する開口部74が形成されている。すなわち、ランド面75は、投影領域AR1を取り囲むように形成されている。

## 【0102】

図15に示すように、ランド面75を形成する底板部172Dの一部は、2軸方向に関して、投影光学系PLの光学素子LS1の像面側の下面T1と基板P（基板ステージPST）との間に配置されている。底板部172Dは、光学素子LS1の下面T1及び基板P（基板ステージPST）とは接触しないように設けられている。底板部172の上面は光学素子LS1の下面T1と対向するように、且つ光学素子LS1の下面とほぼ平行に配設され、投影光学系PLの端面T1と底板部172Dの上面との間には、所定の隙間（空間）G2が形成されている。

## 【0103】

第1部材171には、下向きに開口する空間部24が形成されており、上述した第1の実施形態と同様、空間部24の開口部に液体回収口22が形成されており、空間部24が回収流路として機能する。そして、回収流路（空間部）24の一部に、回収管23の他端部が接続されている。液体回収口22には、その液体回収口22を覆うように複数の孔を有する多孔部材25が配置されている。多孔部材25は、基板ステージPSTに支持された基板Pと対向する下面2を有している。上述した第1の実施形態と同様、多孔部材25は、その下面2が基板ステージPSTに支持された基板Pの表面（すなわちXY平面）に対して傾斜するように液体回収口22に設けられている。多孔部材25の斜面2は、投影光学系PL（光学素子LS1）の光軸AXから離れるにつれて、基板Pの表面との間隔が大きくなるように形成されている。また、図15に示すように、多孔部材25は、その斜面2の内縁部と第1部材171の下面171R（ランド面75）とがほぼ同じ高さになるように、且つ斜面2の内縁部と下面171R（ランド面75）とが連続するように、ノズル部材70'の液体回収口22に取り付けられている。

## 【0104】

また、図14に示すように、ノズル部材70'の下面において、液体回収口22は、開口部74（投影領域AR1）、溝部73、及びランド面75を取り囲むように平面視円環状に形成されている。ランド面75は、露光光ELが通過する開口部74（投影領域AR1）と液体回収口22に配置された多孔部材25の斜面2との間に配置されている。液体回収口22は、開口部74（投影領域AR1）に対してランド面75の外側で、且つランド面75を囲むように配置された構成となっている。

## 【0105】

斜面（多孔部材25の下面）2には、第5の実施形態で説明したような、複数のフィン部材150が放射状に設けられている。フィン部材150は側面視略三角形状であって、多孔部材25の下面2と壁部76の内側に形成されるパuff空間に配置される。本実施形態においては、フィン部材150それぞれの厚みは約0.1mm程度であり、周方向に2度の間隔で多数配置されている。

## 【0106】

図13に示すように、第2部材172の傾斜板部172Cの内側面172Tのうち、投影光学系PLの投影領域AR1に対してY軸方向両側のそれぞれには、凹部14Aが形成されている。凹部14Aは、傾斜板部172Cの傾斜方向に沿って形成されており、光学素子LS1の側面との間で所定の隙間G3（図15参照）を形成している。そして、凹部14Aと光学素子LS1との間に形成された隙間G3によって、投影光学系PLの像面側に液体LQを供給する供給流路14が形成されている。供給流路14の上端部は、不図示の供給管（供給流路）を介して液体供給部11に接続されており、下端部は、投影光学系PLの下面T1と底板部172Dとの間の隙間（空間）G2に接続され、その下端部に、隙間G2に液体LQを供給する液体供給口12が形成されている。そして、液浸機構1は、液体供給部11より送出した液体LQを、流路14の下端部に設けられた液体供給口12を介して、投影光学系PLと底板部172Dとの間の隙間G2に供給するようになっている。本実施形態においては、供給流路14は、XY平面（基板Pの表面）に対して、約45度の傾斜を持つように形成されている。

## 【0107】

なお、底板部 172D の上面などに凹凸を設けて、底板部 172D の上面での液体の流れ方向や液体の流速をコントロールするようにしてもよい。例えば、液体供給口 12 から底板部 172D の上面 172A に供給された液体 LQ の流れ方向を決めるために、液体供給口 12 にフィン状の部材を配置したり、底板部 172D の上面 172A にフィン状の突起部を設けるようにしてもよい。この場合、液体 LQ を流す方向および液体 LQ の流速は、気体部分が残留することなく、投影光学系 PL の像面側の光路空間を液体で満たし続けることができるように、実験やシミュレーションの結果に基づいて最適化するのが好ましい。また、液体 LQ を流す方向および液体 LQ の流速は、投影光学系 PL の像面側の空間から液体 LQ をほぼすべて回収して、非液浸状態を形成するとき、光学素子 LS1 の端面 T1 などに液体 LQ の残留がしないように、実験やシミュレーションの結果に基づいて最適化するのが好ましい。あるいは、液体 LQ を流す方向および液体 LQ の流速は、基板 P（感光性の樹脂など）から溶出した物質を含む液体が滞留しないように、実験やシミュレーションの結果に基づいて最適化するのが好ましい。

10

## 【0108】

更に、第 2 部材 172 のうち、投影領域 AR1 に対して X 軸方向両側のそれぞれには、第 2 部材 172 の傾斜板部 172C の内部を傾斜方向に沿って貫通するスリット状の貫通孔 130 が形成されている。貫通孔 130 の下端部 130A に形成された開口は、投影光学系 PL の下面 T1 と底板部 172D との間の隙間（空間）G2 に接続しており、上端部 130B は大気開放されている。下端部 130A の開口は、底板部 172D の上面 172A に沿って、すなわち、基板に平行な方向に液体を送出することができる。

20

## 【0109】

第 1 部材 171 と第 2 部材 172 との間の溝部 73 は、露光光 EL が照射される投影領域 AR1 と、液体回収口 22 の斜面 2 との間に配置され、開口部 74（投影領域 AR1）を囲むようにして形成されている。更に、溝部 73 は、ランド面 75 の一部を構成する下面 172R も取り囲むようにして形成されている。換言すれば、ランド面 75 の一部を構成する下面 172R の外側に溝部 73 が配置されている。その溝部 73 は、基板ステージ PST の上面（基板ステージ PST に支持されている基板 P）と対向するように配置された開口部 73A を有している。すなわち、溝部 73 は下側を向くように開口している。開口部 73A は、投影光学系 PL の像面近傍に設けられており、溝部 73 は、その内部において、開口部 73A を介して、投影光学系 PL の像面周囲の気体と流通している。

30

## 【0110】

また、溝部 73 は、基板 P（基板ステージ PST）と対向する開口部 73A 以外にも、大気開放のための開口部 73B を有している。本実施形態においては、溝部 73 は、その上端部に大気開放のための開口部 73B を有している。なお、開口部 73B は、溝部 73 の上端部に沿って、平面視円環状に形成されているが、溝部 73 の上端部の一部のみに形成されていてもよい。また、溝部 73 の内部と外部とを流通するための流通路は、溝部 73 の上端部に限らず、任意の位置に設けてもよい。例えば、第 1 部材 171 の一部に、溝部 73 内部の Z 軸方向における中間位置（所定位置）と溝部 73 外部とを流通するための流路を形成し、その流路を介して溝部 73 を大気開放するようにしてもよい。

## 【0111】

このように、基板 P（基板ステージ PST）と対向する開口部 73A と大気開放のための開口部 73B とを有する溝部 73 を形成しているため、ノズル部材 70' と基板 P（基板ステージ PST）との間の液体 LQ の一部が溝部 73 内部に出入りすることができる。したがって、ノズル部材 70' の大きさ（径）が小さくても、液体回収口 22 の外側への液体 LQ の流出を抑えることができる。

40

## 【0112】

また、図 15 に示すように、第 1 部材 171 の一部には、溝部 73 の内部と外部とを流通するための流通路 131 が形成され、その流通路 131 に真空系を含む吸引装置 132 が接続されている。流通路 131 及び吸引装置 132 は、ノズル部材 70' と基板 P（基板ステージ PST）との間の液体 LQ、すなわち液浸領域 AR2 を形成する液体 LQ2 を

50

完全に回収するときに、その液体LQを溝部73を介して回収するために使用される。

【0113】

次に、上述した構成を有するノズル部材70'を有する液浸機構1の動作について説明する。基板P上に液体LQを供給するために、制御装置CONTは、液体供給部11を駆動して液体供給部11より液体LQを送出する。液体供給部11より送出された液体LQは、供給管を流れた後、ノズル部材70'の供給流路14の上端部に流入する。供給流路14の上端部に流入した液体LQは、傾斜板部172Cの傾斜方向に沿って下方に向かって流れ、液体供給口12より投影光学系PLの端面T1と底板部172Dとの間の空間G2に供給される。ここで、空間G2に液体LQを供給する前に空間G2に存在していた気体部分は、貫通孔130や開口部74を介して外部に排出される。したがって、空間G2に対する液体LQの供給開始時に、空間G2に気体が留まってしまうといった不都合の発生を防止でき、液体LQ中に気体部分（気泡）が生成される不都合を防止できる。

【0114】

空間G2に供給された液体LQは、空間G2を満たした後、開口部74を介して、ランド面75と基板P（基板ステージPST）との間の空間に流入する。このとき、液体回収機構20が単位時間あたり所定量で基板P上の液体LQを回収しているため、開口部74を介してランド面75と基板P（基板ステージPST）との間の空間に流入した液体LQによって、基板P上に所望の大きさの液浸領域AR2が形成される。

【0115】

なお、本実施形態では、露光光ELが通過する開口部74を小さくしてランド面75の大きさを比較的大きくするようにしているので、基板P（基板ステージPST）とノズル部材70'との間において液体LQを良好に保持することができる。

【0116】

基板Pを液浸露光している間など、液浸領域AR2を形成している間は、溝部73に接続されている流通路131は閉じられ、吸引装置132の駆動は停止している。したがって、投影領域AR1を覆うようにして形成されている液浸領域AR2に対して基板P（基板ステージPST）を移動する場合であっても、液浸領域AR2の液体LQの一部が、大気開放されている溝部73に出入りすることができ、液浸領域AR2が拡大したり、液浸領域AR2の液体LQが流出する等の不都合の発生を防止することができる。すなわち、例えば図16に示すように、基板Pを+X方向に移動することによって、液浸領域AR2の液体LQも、基板Pの移動とともに+X方向に移動しようとする。この場合、液体LQの+X方向への移動によって、液浸領域AR2が+X方向に拡大したり、液浸領域AR2の液体LQが液体回収口22の外側へ流出する可能性がある。ところが、その+X方向へ移動する液体LQの一部は、+X側の溝部73に入り拡がるため（図16中、矢印F3参照）、液浸領域AR2の拡大や液体LQの流出等を抑えることができる。

【0117】

また、基板Pの液浸露光が完了したときなど、ノズル部材70'と基板P（基板ステージPST）との間の液体LQを全て回収するときには、制御装置CONTは、液体供給機構10による液体供給動作を停止し、液体回収機構20による液体回収口22を介した液体回収動作を行うとともに、溝部73に接続された流通路131を開いて、吸引装置132を駆動し、溝部73の内部空間を負圧にして、溝部73の開口部73Aを介した液体回収動作も並行して行う。このように、基板P（基板ステージPST）に最も近い開口部73Aも使うことで、ノズル部材70'と基板P（基板ステージPST）との間の液体LQをより短時間に確実に回収することができる。この場合、液体LQの回収口として機能する開口部73Aの大きさに比べて、大気開放のための開口部73Bは小さいため、溝部73内部を十分な負圧にして液体LQを回収することができる。

【0118】

また、溝部73を介して液体LQを回収する場合、溝部73内の気体が液体LQと一緒に流通路131に流入して、ノズル部材70'に振動が発生する可能性があるが、溝部73を介して行われる液体LQの回収は、基板Pの露光動作などの精度を必要とする動作を

行っていないときに実行されるため問題とならない。

【0119】

なお本実施形態においては、供給流路14を形成する凹部14Aは、投影領域AR1に対してY軸方向両側のそれぞれに1つずつ（合計2つ）設けられているが、露光光ELが照射される投影光学系PLの投影領域AR1を取り囲むように任意の複数箇所に設けることができる。また、凹部14Aの上端部近傍に、第1の実施形態で説明したような堤防部15（バッファ流路部14H）を設けることもできる。

【0120】

＜第7の実施形態＞

次に、本発明の第7の実施形態について、図17及び図18を参照しながら説明する。10  
なお、上述の各実施形態と同一または類似の機構及び部材には、共通の符号を付して詳細な説明は省略する。図17はノズル部材70'を下側から見た斜視図、図18は側断面図である。図17及び図18において、上述した第6の実施形態と異なる点は、第2部材72の底板部172Dの大きさが小さく、底板部172Dは、投影光学系PLの下面T1と基板P（基板ステージPST）との間に殆ど配置されていない点にある。すなわち、底板部172Dに形成された開口部74は、投影光学系PL（光学素子LS1）の下面T1とほぼ同じ大きさで、投影領域AR1よりも十分に大きい略円形状に形成されている。そして、光学素子LS1の下面T1の殆どが基板P（基板ステージPST）と対向するように露出している。液体供給部11から送出された液体LQは、光学素子LS1の側面と凹部14Aとの間に形成された供給流路14を介して、投影光学系PLの下面T1と基板P（20  
基板ステージPST）との間の空間に供給される。本実施形態においては、ランド面75の面積が小さくなるものの、第6の実施形態に比べて、底板部172と投影光学系PLの光学素子LS1との間に殆ど空間がなく、気体が留まりやすい部分が少ないので、液体LQの供給開始時において、液浸領域AR2を形成する液体LQ中に気体部分（気泡）が生成される不都合をより確実に防止することができる。

【0121】

なお、上述の第6の実施形態及び第7の実施形態においては、説明を簡単にするために、ノズル部材70'は、第1部材171と第2部材172との組み合わせから構成されているが、実際には他のいくつかの部材を更に組み合わせて構成されている。もちろん、ノズル部材70'を一つの部材で構成するようにしてもよい。30

【0122】

また、上述の第6の実施形態及び第7の実施形態において、液体LQの供給開始時に空間G2の気体を貫通孔130を使って排出するようにしているが、貫通孔130を吸引装置（真空系）に接続して、液体LQの供給開始時に空間G2の気体を強制的に排出するようにしてもよい。

【0123】

また、上述の第6の実施形態及び第7の実施形態において、底板部172Dの開口部74は、図14や図17に示した形状に限らず、気体部分が残留することなく、基板P（基板ステージPST）が動いても、投影光学系PLの像面側の光路空間を液体LQで満たし続けることができるように決めることができる。40

【0124】

また、上述の第6の実施形態及び第7の実施形態において、ノズル部材70'と基板P（基板ステージPST）との間（投影光学系PLの像面側の光路空間）の液体LQを全て回収する場合には、液体回収口22や開口部73Aを使った液体回収動作に加えて、液体供給口12から気体を吹き出すようにしてもよい。液体供給口12から吹き出された気体は、投影光学系PLの先端部の光学素子LS1の下面T1に吹き付けられるため、光学素子LS1の下面T1に付着（残留）している液体LQを除去することができる。液体供給口12から吹き出された気体は、下面T1に沿って流れ、光学素子LS1の下面T1において露光光ELが通過する領域、即ち、光学素子LS1の下面T1の投影領域AR1に対応する領域に付着している液体（液滴）LQをその領域の外側へ移動する（退かす）こと50

ができる。これにより、光学素子LS1の下面T1において露光光ELが通過する領域に付着していた液体LQが除去される。なお、吹き付けた気体によって、光学素子LS1の下面T1に付着していた液体LQを気化（乾燥）することで除去するようにしてもよい。液体供給口12からは、ケミカルフィルタやパーティクル除去フィルタを含むフィルタ装置（不図示）を介したクリーンな気体が吹き出される。また、気体としては、露光装置EXが収容されたチャンバ内部の気体とほぼ同じ気体、例えば空気（ドライエア）が使用される。なお、吹き出す気体としては窒素ガス（ドライ窒素）を使用してもよい。

【0125】

また、液体LQを全て回収する場合に、空間G2に存在していた気体を外部に排出するための貫通孔130に真空系などを接続して、貫通孔130の下端130Aに形成された開口から液体LQを吸引して、回収するようにしてもよい。

【0126】

また、空間G2に存在していた気体を外部に排出するための貫通孔130に、気体供給系を接続し、その貫通孔130を介して気体を吹き出すようにしてもよい。

【0127】

なお、第6及び第7の実施形態において、液体供給口12を投影領域AR1に対してX軸方向両側のそれぞれに配置し、走査方向両側のそれぞれから液体LQを供給するようにしてもよい。この場合、貫通孔130の下端部130Aは、例えば投影領域AR1に対してY軸方向両側のそれぞれの位置など、液体供給口12とは別の位置に設けられる。

【0128】

また、第6及び第7の実施形態においては、傾斜板部172Cの凹部14Aと光学素子LS1の側面との間の隙間G3によって供給流路14が形成され、その供給流路14の下端部が液体供給口12として機能しているが、貫通孔130の上端部130Bと液体供給部11とを接続し、貫通孔130を供給流路として機能させるとともに、貫通孔130の下端部130Aを液体供給口として機能させてもよい。貫通孔130の上端部130Bと液体供給部11とを接続して貫通孔130を介して液体LQを供給する場合には、傾斜板部172Cの凹部14Aと光学素子LS1の側面との間の隙間G3と、液体供給部11とは接続されず（隙間G3は供給流路として機能せず）、隙間G3の上端部は大気開放される。そして、貫通孔130より空間G2に対して液体LQを供給する前に、空間G2に存在していた気体は、隙間G3を介して外部に排出される。このように、貫通孔130を介して液体LQを供給する場合においても、空間G2に対する液体LQの供給開始時に、空間G2に気体が留まってしまうといった不都合の発生を防止でき、液体LQ中に気体部分（気泡）が生成される不都合を防止できる。また、この場合においても、隙間G3の上端部と吸引装置（真空系）とを接続して、液体LQの供給開始時に空間G2の気体を強制的に排出するようにしてもよい。

【0129】

また、貫通孔130を介して液体LQを供給する場合、液体供給口として機能する貫通孔130の下端部130Aを、投影領域AR1に対して、Y軸方向両側のそれぞれに配設し、非走査方向両側のそれぞれから液体LQを供給するようにしてもよい。

【0130】

＜第8の実施形態＞

次に、本発明の第8の実施形態について、図19、図20、図21、及び図22を参照しながら説明する。図19はノズル部材70”近傍を示す概略斜視図の一部破断図、図20はノズル部材70”を下側から見た斜視図、図21はYZ平面と平行な側断面図、図22はXZ平面と平行な側断面図である。以下の説明において、上述の各実施形態と同一又は同等の構成部分については同一の符号を付し、その説明を簡略若しくは省略する。

【0131】

ノズル部材70”は、第1部材171と第2部材172と第3部材173とを組み合わせ構成されており、全体として平面視略円形状に形成されている。第1部材171は、側板部171Aと、厚肉の傾斜板部171Cとを有している。第2部材172は、傾斜板

10

20

30

40

50



部 1 7 2 C と、傾斜板部 1 7 2 C の下端部に接続した底板部 1 7 2 D とを有している。第 3 部材 1 7 3 は、第 1 部材 1 7 1 及び第 2 部材 1 7 2 の上端部に接続されており、第 3 部材 1 7 3 の中央部には、光学素子 L S 1 を配置するための穴部 1 7 3 H が形成されている。光学素子 L S 1 は、第 3 部材 1 7 3 の穴部 1 7 3 H、及び第 2 部材 1 7 2 の傾斜板部 1 7 2 C によって形成された穴部 7 0 H の内側に配置されるようになっており、穴部 7 0 H の内側に配置された光学素子 L S 1 の側面と、第 2 部材 1 7 2 の傾斜板部 1 7 2 C の内側面 1 7 2 T とが対向する。また、第 1 部材 1 7 1 の傾斜板部 1 7 1 C の内側面 1 7 1 T と、第 2 部材 1 7 2 の傾斜板部 1 7 2 C の外側面 1 7 2 S との間には、平面視円環状であってスリット状の溝部 7 3 が設けられている。溝部 7 3 は、X Y 平面（基板 P の表面）に対して約 4 5 度の傾斜を持つように形成されている。

10

## 【0132】

また、第 1 部材 1 7 1 の傾斜板部 1 7 1 C の下面 1 7 1 R と、第 2 部材 1 7 2 の底板部 1 7 2 D の下面 1 7 2 R とによって、ノズル部材 7 0 のうち、基板ステージ P S T に支持された基板 P 表面（基板ステージ P S T の上面）と対向し、この基板 P 表面（基板ステージ P S T の上面）に最も近い面であるランド面 7 5 が形成されている。ランド面 7 5 は、投影領域 A R 1 を取り囲むように形成されている。

## 【0133】

ランド面 7 5 を形成する底板部 1 7 2 D の一部は、Z 軸方向に関して、投影光学系 P L の光学素子 L S 1 の像面側の下面 T 1 と基板 P（基板ステージ P S T）との間に配設されている。底板部 1 7 2 D は、光学素子 L S 1 の下面 T 1 及び基板 P（基板ステージ P S T）とは接触しないように設けられている。底板部 1 7 2 の上面は光学素子 L S 1 の下面 T 1 と対向するように、且つ光学素子 L S 1 の下面とほぼ平行に配置され、投影光学系 P L の端面 T 1 と底板部 1 7 2 D の上面との間には、所定の隙間（空間）G 2 が形成されている。

20

## 【0134】

第 1 部材 1 7 1 には、回収流路として機能する空間部 2 4 が形成されており、空間部 2 4 の開口部に液体回収口 2 2 が形成されている。液体回収口 2 2 は、開口部 7 4（投影領域 A R 1）、溝部 7 3、及びランド面 7 5 を取り囲むように平面視円環状に形成されている。回収流路（空間部）2 4 の一部には回収管 2 3 の他端部が接続されている。液体回収口 2 2 には、基板ステージ P S T に支持された基板 P と対向する斜面 2 を有する多孔部材 2 5 が配置されている。多孔部材 2 5 は、その斜面 2 の内縁部と第 1 部材 1 7 1 の下面 1 7 1 R（ランド面 7 5）とがほぼ同じ高さになるように、且つ斜面 2 の内縁部と下面 1 7 1 R（ランド面 7 5）とが連続するように、液体回収口 2 2 に取り付けられている。斜面 2 には、複数のフィン部材 1 5 0 が放射状に設けられている。

30

## 【0135】

第 2 部材 1 7 2 のうち、投影領域 A R 1 に対して Y 軸方向両側のそれぞれには、第 2 部材 1 7 2 の傾斜板部 1 7 2 C の内部を傾斜方向に沿って貫通するスリット状の貫通孔 1 4 0 が形成されている。そして、貫通孔 1 4 0 の上端部 1 4 0 B は、不図示の供給管（供給流路）を介して液体供給部 1 1 に接続されており、下端部 1 4 0 A は、投影光学系 P L の下面 T 1 と底板部 1 7 2 D との間の隙間（空間）G 2 に接続されている。すなわち、貫通孔 1 4 0 は供給流路として機能し、その貫通孔 1 4 0 の下端部 1 4 0 A に形成されている開口は、隙間 G 2 に液体 L Q を供給する液体供給口として機能している。そして、液体供給口 1 4 0 A は、露光光 E L が照射される投影領域 A R 1 を挟んだ Y 軸方向両側のそれぞれに設けられており、露光光 E L の光路空間の外側において、その露光光 E L の光路空間を挟んだ両側のそれぞれの所定位置（第 1 の位置）に設けられた構成となっている。

40

## 【0136】

液浸機構 1 は、液体供給部 1 1 より送出した液体 L Q を、供給流路（貫通孔）1 4 0 を介して、液体供給口（下端部）1 4 0 A より、投影光学系 P L と底板部 1 7 2 D との間の隙間（空間）G 2 を含む内部空間に供給するようになっており、供給流路 1 4 0 は、X Y 平面（基板 P の表面）に対して、約 4 5 度の傾斜を持つように形成されている。なお、液

50

体供給口 140A から底板部 172D の上面に供給された液体 LQ の流れ方向を決めるために、液体供給口 140A にフィン状の部材を配設したり、底板部 172D の上面にフィン状の突起部を設けるようにしてもよい。

**【0137】**

第 2 部材 172 のうち、投影領域 AR1 に対して X 軸方向両側のそれぞれには、第 2 部材 172 の傾斜板部 172C の内部を傾斜方向に沿って貫通するスリット状の貫通孔 130 が形成されている。第 2 部材 172 の上面のうち、貫通孔 130 の上端部 130B が形成されている所定領域と第 3 部材 173 との間には隙間が形成されている。そして、貫通孔 130 の上端部 130B は大気開放されており、貫通孔 130 の下端部 130A は、投影光学系 PL の下面 T1 と底板部 172D との間の隙間（空間）G2 に接続されている。したがって、隙間 G2 の気体は、貫通孔 130 の上端部 130B を介して、外部空間に排出（排気）可能となっている。すなわち、貫通孔 130 の下端部 130A に形成されている開口は、隙間 G2 の気体を排気する排気口として機能し、貫通孔 130 は排気流路として機能している。また、排気口（下端部）130A は、隙間（空間）G2 の気体、すなわち投影光学系 PL の像面周囲の気体と接続された構成となっている。そして、排気口 130A は、露光光 EL が照射される投影領域 AR1 を挟んだ X 軸方向両側のそれぞれに設けられており、露光光 EL の光路空間の外側において、その露光光 EL の光路空間を挟んだ両側のそれぞれの所定位置（第 2 の位置）に設けられた構成となっている。

**【0138】**

上述のように、液体供給口 140A は、露光光 EL の光路空間の外側の所定位置（第 1 の位置）に設けられている。そして、底板部 172D は、液体供給口 140A から供給された液体 LQ の流れをガイドするガイド部材としての機能も有している。底板部（ガイド部材）172D は、露光光 EL の光路空間の液体 LQ 中に気体が留まるのを防止するように配置されている。すなわち、底板部 172D は、露光光 EL の光路空間の外側の第 1 の位置に設けられている液体供給口 140A から供給された液体 LQ が、露光光 EL の光路空間を介してその光路空間の外側の第 1 の位置とは異なる第 2 の位置に向かって流れるように配置されている。なお、底板部 172D は、基板 P と対向するように配設されたランド面（平坦部）75 を有しており、上述の実施形態と同様に、露光光 EL の光路を安定して液体 LQ で満たす機能も有している。

**【0139】**

図 23 は、底板部（ガイド部材）172D の平面図である。本実施形態において、露光光 EL の光路空間の外側の第 2 の位置には排気口 130A が設けられており、底板部 172D は、液体供給口 140A から供給された液体 LQ を、排気口 130A が設けられている第 2 の位置に向かって流すように配置されている。ガイド部材 172D は、露光光 EL の光路空間内において、渦流が生成されないように、液体 LQ を流す。すなわち、底板部 172D は、液体供給口 140A が配設されている第 1 の位置から供給された液体 LQ が、排気口 130A が設けられている第 2 の位置に向かって流れるように形成された開口 74' を有しており、露光光 EL の光路空間内における渦流の生成が防止されている。

**【0140】**

底板部 172D は、液体供給口 140A が設けられた第 1 の位置から、露光光 EL の光路空間（投影領域 AR1）に向かう流れを形成する第 1 ガイド部 181 と、露光光 EL の光路空間から、排気口 130A が設けられた第 2 の位置に向かう流れを形成する第 2 ガイド部 182 とを有している。すなわち、第 1 ガイド部 181 によって、液体供給口 140A から露光光 EL の光路空間に向かって液体 LQ を流す流路 181F が形成され、第 2 ガイド部 182 によって、露光光 EL の光路空間から第 2 の位置（排気口 130A）に向かって液体 LQ を流す流路 182F が形成されている。

**【0141】**

第 1 ガイド部 181 によって形成される流路 181F と、第 2 ガイド部 182 によって形成される流路 182F とは交差している。第 1 ガイド部 181 によって形成された流路 181F は、液体 LQ をほぼ Y 軸方向に沿って流し、第 2 ガイド部 182 によって形成さ

れた流路 182F は、液体 LQ をほぼ X 軸方向に沿って流す。そして、第 1 ガイド部 181 と第 2 ガイド部 182 とによって、平面視略十字状の開口部 74' が形成されている。開口部 74' は、投影光学系 PL の像面側に配置されたものであって、露光光 EL は、略十字状に形成された開口部 74' のほぼ中央部を通過するように設けられている。すなわち、露光光 EL の光路空間は、第 1 ガイド部 181 によって形成された流路 181F と、第 2 ガイド部 182 によって形成された流路 182F との交差部に設定されている。

#### 【0142】

本実施形態においては、第 1 ガイド部 181 によって形成された流路 181F と、第 2 ガイド部 182 によって形成された流路 182F とはほぼ直交している。また、第 1 ガイド部 181 によって形成された流路 181F の幅 D1 と、第 2 ガイド部 182 によって形成された流路 182F の幅 D2 とはほぼ同じである。また、本実施形態においては、第 1 ガイド部 181 と第 2 ガイド部 182 との接続部 190 は曲線状（円弧状）に形成されている。

#### 【0143】

液体供給口 140A は、投影光学系 PL の下面 T1 と底板部 172D との間の隙間（空間）G2 を含む内部空間に液体 LQ を供給する。液体供給口 140A から隙間 G2 に供給された液体 LQ は、第 1 ガイド部材 181 にガイドされつつ露光光 EL の光路空間に向かって流れ、露光光 EL の光路空間を通過した後、第 2 ガイド部 182 にガイドされつつ露光光 EL の光路空間の外側に向かって流れる。すなわち、液体 LQ の流路は第 1 ガイド部材 181 及び第 2 ガイド部 182 の交差位置またはその近傍で屈曲している。液浸機構 1 は、液体 LQ を底板部 172D の第 1、第 2 ガイド部 181、182 でガイドしつつ流すことにより、露光光 EL の光路空間内において、渦流が生成されることを抑制する。これにより、露光光 EL の光路空間中に気体（気泡）があっても、液体 LQ の流れによって、気体（気泡）を露光光 EL の光路空間の外側の第 2 の位置に排出し、露光光 EL の光路空間に気体（気泡）が留まることを防止する。

#### 【0144】

図 19、図 21 等に示すように、第 1 部材 171 と第 2 部材 172 との間の溝部 73 は、露光光 EL の光路空間を含む開口部 74' を囲むようにして形成されている。更に溝部 73 は、ランド面 75 の一部を構成する下面 172R も取り囲むようにして形成されている。溝部 73 の下端部には、基板 P（基板ステージ PST の上面）と対向するように配置された開口部 73A が形成されている。開口部 73A は平面視略円環状に形成されている。一方、溝部 73 の上端部にも平面視略円環状の開口部 73B が形成されている。また、第 1 部材 171 の傾斜板部 171C の上端部のうち、第 2 部材 172 と対向する部分には切欠部 171K が形成されており、その切欠部 171K によって、溝部 73 の上端部には幅広部が形成されている。そして、その幅広部と第 3 部材 173 との間で空間 73W が形成されている。溝部 73 の上端部の開口部 73B は空間 73W の内側に配設されており、溝部 73 の下端部（投影光学系 PL の像面側近傍）に設けられた開口部 73A と空間 73W とは溝部 73 を介して接続されている。すなわち、空間 73W は、溝部 73（開口部 73A）を介して、投影光学系 PL の像面周囲の気体と流通している。

#### 【0145】

また、図 21 に示すように、第 3 部材 173 の一部には、空間 73W と接続する流通路 131' が形成され、その流通路 131' と真空系を含む吸引装置 132 とが配管 133 を介して接続されている。流通路 131' 及び吸引装置 132 は、ノズル部材 70" と基板 P（基板ステージ PST）との間の液体 LQ を完全に回収するときに、その液体 LQ を溝部 73 を介して回収するために使用される。

#### 【0146】

また、第 3 部材 173 のうち、流通路 131' と別の位置には、空間 73W の内部と外部とを流通する穴部 134 が形成されている。穴部 134 の径（大きさ）は、流通路 131' の径（大きさ）よりも小さく、開口部 73A よりも十分に小さい。本実施形態においては、穴部 134 の直径は約 1 mm である。穴部 134 によって、空間 73W が大気開放

されており、これにより、投影光学系 P L の像面周囲の気体（空間 G 2）も、開口部 7 3 A、溝部 7 3、及び空間 7 3 W を介して大気開放されている。これにより、ノズル部材 7 0”と基板 P（基板ステージ P S T）との間の液体 L Q の一部が溝部 7 3 内部に出入りすることができる。したがって、ノズル部材 7 0”の大きさ（径）が小さくても、液体回収口 2 2 の外側への液体 L Q の流出を抑えることができる。

【0147】

次に、上述した構成を有するノズル部材 7 0”を有する液浸機構 1 の動作について説明する。基板 P 上に液体 L Q を供給するために、制御装置 C O N T は、液体供給部 1 1 を駆動して液体供給部 1 1 より液体 L Q を送出する。液体供給部 1 1 より送出された液体 L Q は、供給管を流れた後、ノズル部材 7 0”の供給流路 1 4 0 の上端部 1 4 0 B に流入する。供給流路 1 4 0 の上端部 1 4 0 B に流入した液体 L Q は、供給流路 1 4 0 を流れ、液体供給口 1 4 0 A より投影光学系 P L の端面 T 1 と底板部 1 7 2 D との間の空間 G 2 に供給される。ここで、空間 G 2 に液体 L Q を供給する前に空間 G 2 に存在していた気体部分は、貫通孔 1 3 0 や開口部 7 4’を介して外部に排出される。したがって、空間 G 2 に対する液体 L Q の供給開始時に、空間 G 2 に気体が留まってしまうといった不都合の発生を防止でき、液体 L Q 中に気体部分（気泡）が生成される不都合を防止できる。また、液体供給部 1 1 より送出された液体 L Q は、溝部（供給流路）1 4 0 の内側を流れるので、光学素子 L S 1 の側面等に力を加えることなく、空間 G 2 に供給される。また、液体 L Q は光学素子 L S 1 の側面に接しないので、光学素子 L S 1 の側面に例えば所定の機能材料がコーティングされている場合であっても、機能材料に影響を及ぼすことが抑制されている。

【0148】

空間 G 2 に供給された液体 L Q は、空間 G 2 を満たした後、開口部 7 4’を介して、ランド面 7 5 と基板 P（基板ステージ P S T）との間の空間に流入する。このとき、液体回収機構 2 0 が単位時間あたり所定量で基板 P 上の液体 L Q を回収しているため、開口部 7 4’を介してランド面 7 5 と基板 P（基板ステージ P S T）との間の空間に流入した液体 L Q によって、基板 P 上に所望の大きさの液浸領域 A R 2 が形成される。

【0149】

液体供給口 1 4 0 A から空間 G 2 に対して供給された液体 L Q は、第 1 ガイド部 1 8 1 にガイドされつつ露光光 E L の光路空間（投影領域 A R 1）に向かって流れた後、第 2 ガイド部 1 8 2 にガイドされつつ露光光 E L の光路空間の外側に向かって流れるので、仮に液体 L Q 中に気体部分（気泡）が生成されても、液体 L Q の流れによって、その気泡を露光光 E L の光路空間の外側に排出することができる。また、底板部 1 7 2 D は、露光光 E L の光路空間において渦流が生成されないように液体 L Q を流すので、露光光 E L の光路空間に気泡が留まることを防止することができる。また、底板部 1 7 2 D は、液体 L Q を排気口 1 3 0 A に向けて流すので、液体 L Q 中に存在している気体部分（気泡）は、排気口 1 3 0 A を介して外部に円滑に排出される。また、ランド面 7 5 と基板 P（基板ステージ P S T）との間の空間の液体 L Q 中に気体部分（気泡）が存在しても、ランド面 7 5 と基板 P（基板ステージ P S T）との間の空間の液体 L Q は、気体部分（気泡）とともに回収口 2 2 を介して回収される。

【0150】

基板 P を液浸露光している間など、液浸領域 A R 2 を形成している間は、溝部 7 3 に接続されている流通路 1 3 1’は閉じられ、吸引装置 1 3 2 の駆動は停止している。したがって、投影領域 A R 1 を覆うようにして形成されている液浸領域 A R 2 に対して基板 P（基板ステージ P S T）を移動する場合であっても、液浸領域 A R 2 の液体 L Q の一部が、穴部 1 3 4 を介して大気開放されている溝部 7 3 に出入りするため（図 2 2 中、矢印 F 3 参照）、液浸領域 A R 2 が拡大したり、液浸領域 A R 2 の液体 L Q が流出する等の不都合の発生を防止することができる。

【0151】

また、基板 P の液浸露光が完了したときなど、ノズル部材 7 0”と基板 P（基板ステージ P S T）との間の液体 L Q を全て回収するときには、制御装置 C O N T は、液体回収機

構20による液体回収口22を介した液体回収動作を行うとともに、溝部73に接続された流路131'を開いて、吸引装置132を駆動し、溝部73の内部空間を負圧にして、溝部73の開口部73Aを介した液体回収動作も並行して行う。このように、基板P（基板ステージPST）に最も近い開口部73Aも使うことで、ノズル部材70'と基板P（基板ステージPST）との間の液体LQをより短時間に確実に回収することができる。この場合、液体LQの回収口として機能する開口部73Aの大きさに比べて、大気開放のための穴部134は小さいため、溝部73内部を十分な負圧にして液体LQを回収することができる。また、ノズル部材70''と基板P（基板ステージPST）との間の液体LQを全て回収する場合には、液体回収口22や開口部73Aを使った液体回収動作に加えて、液体供給口140から気体を吹き出すようにしてもよい。

10

## 【0152】

なお、基板Pを液浸露光している間など、液浸領域AR2を形成している間においても、液浸領域AR2の状態（形状など）を維持できる程度であれば、溝部73に接続された流路131'を開けて、吸引装置132を駆動してもよい。こうすることにより、液体LQ中の気泡を溝部73を介して回収することができる。

## 【0153】

また、図24に示すように、溝部130の上端部130Bと吸引装置（吸気系）135とを接続し、排気口130Aと吸引装置135とを溝部130を介して接続するようにしてもよい。そして、例えば液浸領域AR2を形成するための液体LQの供給開始時に、吸引装置135を駆動して溝部130の内側を負圧にし、空間G2の気体を強制的に排出するようにしてもよい。こうすることによっても、空間G2に気体が留まってしまうといった不都合の発生を防止でき、液体LQ中に気体部分（気泡）が生成される不都合を防止できる。また、吸引装置135を駆動しつつ基板Pを液浸露光してもよいし、基板Pの液浸露光中には吸引装置135の駆動を停止するようにしてもよい。

20

## 【0154】

なお、ノズル部材70''は、第1、第2、第3部材171、172、173の3つの部材から構成されているが、一つの部材で構成されていてもよいし、3つ以外の複数の部材から構成されていてもよい。

## 【0155】

## &lt;第9の実施形態&gt;

図25は、第9の実施形態を示す図である。本実施形態の特徴的な部分は、第2ガイド部182によって形成される流路182Fの幅D2が、第1ガイド部181によって形成される流路181Fによって形成される流路181Fの幅D1よりも小さい点にある。こうすることにより、第1ガイド部181によって形成される流路181Fを流れる液体LQの流速に対して、第2ガイド部182によって形成される流路182Fを流れる液体LQの流速を高めることができる。したがって、露光光ELの光路空間の気体（気泡）を、高速化された液体LQの流れによって、露光光ELの光路空間の外側に迅速に且つ円滑に排出することができる。

30

## 【0156】

## &lt;第10の実施形態&gt;

図26は、第10の実施形態を示す図である。本実施形態の特徴的な部分は、第2ガイド部182によって形成された流路182Fの幅D2が、露光光ELの光路空間（投影領域AR1または第2ガイド部182の上流側）から、排気口130Aが設けられている第2の位置（または第2ガイド部182の下流側）に向かって漸次窄まるように形成されている点にある。このような構成であっても、第1ガイド部181によって形成される流路181Fを流れる液体LQの流速に対して、第2ガイド部182によって形成される流路182Fを流れる液体LQの流速を高めることができ、気体（気泡）を露光光ELの光路空間の外側に迅速且つ円滑に排出することができる。

40

## 【0157】

## &lt;第11の実施形態&gt;

50

図27は、第11の実施形態を示す図である。本実施形態の特徴的な部分は、第1ガイド部181と第2ガイド部182との接続部190は直線状に形成されており、第1ガイド部181と第2ガイド部182との間に角部が形成されている点にある。このような構成であっても、渦流の生成を抑制し、露光光ELの光路空間の液体LQに気体（気泡）が留まることを防止して、気体（気泡）を露光光ELの光路空間の外側に排出することができる。

【0158】

＜第12の実施形態＞

図28は、第12の実施形態を示す図である。本実施形態の特徴的な部分は、第1ガイド部181によって形成される流路181Fのうち、液体供給口140A近傍の所定領域（の流路幅）が、液体供給口140Aから露光光ELの光路空間（投影領域AR1）に向かって（上流から下流に）漸次窄まるように形成されており、第2ガイド部182によって形成される流路182Fのうち、排気口130A近傍の所定領域（の流路幅）が、露光光ELの光路空間（投影領域AR1）から排気口130Aに向かって（上流から下流に）漸次広がるように形成されている点にある。また、本実施形態においては、第1ガイド部181と第2ガイド部182とはほぼ直角に交差している。このような構成であっても、渦流の生成を抑制し、露光光ELの光路空間の液体LQに気体（気泡）が留まることを防止して、気体（気泡）を露光光ELの光路空間の外側に排出することができる。

【0159】

＜第13の実施形態＞

図29は、第13の実施形態を示す図である。本実施形態の特徴的な部分は、液体供給口140Aが1つだけ設けられている点にある。そして、第1ガイド部181によって形成された流路181Fと、第2ガイド部182によって形成された流路182Fとはほぼ直交しており、開口部74'は平面視略T字状に形成されている。このような構成であっても、渦流の生成を抑制し、露光光ELの光路空間の液体LQに気体（気泡）が留まることを防止して、気体（気泡）を露光光ELの光路空間の外側に排出することができる。

【0160】

＜第14の実施形態＞

図30は、第14の実施形態を示す図である。本実施形態の特徴的な部分は、第1ガイド部181によって形成された流路181Fと、第2ガイド部182によって形成された流路182Fとは直交しておらず、90度以外の所定の角度で交差している点にある。また、液体供給口140A（第1の位置）は、露光光ELの光路空間（投影領域AR1）の外側の領域のうち、投影領域AR1とY軸方向に関して並んだ位置からθZ方向にずれた位置に設けられており、排気口130A（第2の位置）も、投影領域AR1とX軸方向に関して並んだ位置からθZ方向にずれた位置に設けられている。このような構成であっても、渦流の生成を抑制し、露光光ELの光路空間の液体LQに気体（気泡）が留まることを防止して、気体（気泡）を露光光ELの光路空間の外側に排出することができる。

【0161】

＜第15の実施形態＞

図31は、第15の実施形態を示す図である。本実施形態の特徴的な部分は、液体供給口140A及び排気口130Aのそれぞれが、露光光ELの光路空間の外側の領域のうち、3つの所定位置のそれぞれに設けられている点にある。本実施形態においては、液体供給口140Aと排気口130Aとは、露光光ELの光路空間（投影領域AR1）の外側の領域において、投影光学系PLの光軸AXを囲むように、ほぼ等間隔で交互に配置されている。そして、第1ガイド部181によって形成された複数の流路181Fと第2ガイド部182によって形成された複数の流路182Fとは所定角度で互いに交差している。このような構成であっても、渦流の生成を抑制し、露光光ELの光路空間の液体LQに気体（気泡）が留まることを防止して、気体（気泡）を露光光ELの光路空間の外側に排出することができる。

【0162】

10

20

30

40

50

### <第16の実施形態>

図32は、第16の実施形態を示す図である。本実施形態の特徴的な部分は、液体供給口140A（第1の位置）は、露光光ELの光路空間（投影領域AR1）の外側の領域のうち、投影領域AR1とY軸方向に関して並んだ位置に設けられており、排気口130A（第2の位置）は、投影領域AR1とX軸方向に関して並んだ位置からθZ方向にずれた位置に設けられている。本実施形態においては、排気口130Aは、露光光ELの光路空間（投影領域AR1）の外側の領域のうち、投影領域AR1とX軸方向に関して並んだ位置からθZ方向にほぼ45度ずれた位置に設けられている。また、底板部（ガイド部材）172Dは、液体供給口140Aから露光光ELの光路空間に向かう流れを形成する第1ガイド部181と、露光光ELの光路空間から排気口130Aに向かう流れを形成する第2ガイド部182とを有している。第1ガイド部181によって形成された流路181Fは、液体LQをほぼY軸方向に沿って流す。一方、第2ガイド部182によって形成された流路182Fは、流路181Fと直交し、液体LQをほぼX軸方向に沿って流す第1領域182Faと、第1領域182Faを流れた液体LQを排気口130Aに向かって流す第2領域182Fbとを有している。流路181Fと流路182Fの第1領域182Faとによって、平面視略十字状の開口部74'が形成されている。このような構成によれば、液体供給口140Aや排気口130Aを設ける位置に制約がある場合でも、渦流の生成を抑制し、露光光ELの光路空間の液体LQに気体（気泡）が留まることを防止して、気体（気泡）を露光光ELの光路空間の外側に排出することができる。

#### 【0163】

なお、渦流の生成を抑制し、気体（気泡）を露光光ELの光路空間の外側に排出することができるのであれば、液体供給口140A及び排気口130Aの数及び配置、及びその液体供給口140A及び排気口130Aに応じた流路181F、182Fの形状等は任意に設定可能である。例えば、液体供給口140A及び排気口130Aを4つ以上の複数設けてもよいし、液体供給口140Aと排気口130Aとの数が互いに異なってもよいし、液体供給口140Aと排気口130Aとが不等間隔で配置されていてもよい。液体供給口140A及び排気口130Aの数及び配置、及びその液体供給口140A及び排気口130Aに応じた流路181F、182Fの形状等は、渦流の生成が抑制され、気体（気泡）を露光光ELの光路空間の外側に排出することができるように、実験やシミュレーションの結果に基づいて最適化するのが好ましい。

#### 【0164】

なお、上述の第8～第16の実施形態においては、液浸機構1は、底板部（ガイド部材）172Dによって、第1の位置に設けられている液体供給口140Aから供給された液体LQを、第2の位置に設けられている排気口130Aに向かって流しているが、第2の位置には排気口130Aが無くてもよい。排気口130Aが無くても、露光光ELの光路空間にある気体部分（気泡）を、液体LQの流れによって、露光光ELの光路空間の外側に排出することができ、露光光ELの光路空間の液体LQ中に気体が留まることを防止できる。一方、第2の位置に排気口130Aを設けることにより、露光光ELの光路空間より気体を円滑に排出することができる。

#### 【0165】

また、上述の第8～第16の実施形態においては、液浸機構1は、投影領域AR1に対してY軸方向に沿って液体LQを供給しているが、例えば液体供給口140Aを投影領域AR1に対してX軸方向両側のそれぞれに設け、投影領域AR1に対してX軸方向に沿って液体LQを供給するようにしてもよい。

#### 【0166】

なお、上述した第1～第16の実施形態において、ノズル部材70の下面に形成されている斜面（多孔部材の下面）は曲面であってもよい。また、図9～図11を参照して説明した第2～第4の実施形態において、多孔部材25の下面2の周縁に壁部76を設けても良い。

#### 【0167】

なお、上述した第1～第16の実施形態においては、液体回収口22には多孔部材25が配置されているが、多孔部材25は無くてもよい。その場合においても、例えばノズル部材70の下面に、露光光ELの光軸AXから離れるにつれて、基板Pの表面との間隔が大きくなるような斜面を設け、その斜面の所定位置に液体回収口を設けることにより、界面LGの形状を維持し、液浸領域AR2の液体LQ中に気泡が生成される等の不都合を防止することができる。また、液浸領域AR2の大きさを小さくすることもできる。

## 【0168】

また、上述の第1～第16の実施形態においては、ノズル部材70の下面の斜面（多孔部材の下面）に液体回収口を設けているが、液体LQの液浸領域AR2を所望状態に維持可能であれば、ノズル部材70の下面に斜面を形成せず、ランド面75とほぼ平行（面一）な面に液体回収口を設けるようにしてもよい。すなわち、基板Pに対する液体LQの接触角が大きい場合、あるいは液体回収口22からの液体LQの回収能力が高い場合など、基板Pの移動速度を大きくしても液体LQを漏出させることなく回収できるならば、ランド面75とほぼ平行（例えば面一）な面に液体回収口を設けるようにしてもよい。

10

## 【0169】

また、上述の第1～第16の実施形態においては、ノズル部材70の下面に形成されている斜面（多孔部材の下面）の周縁に壁部76を設けているが、液体LQの漏出が抑えられる場合には、壁部76を省くこともできる。

## 【0170】

また、上述の第1～第16の実施形態においては、基板Pと対向する開口73Aを有する溝部73をノズル部材に設けているが、この溝部73を省略してもよい。この場合、投影光学系PLの像面側の空間を非液浸状態にするために、液体回収口22を使って、投影光学系PLの像面側の液体LQをすべて回収すればよい。この場合、第6～第16の実施形態のように、底板部72Dの上面と光学素子LS1との間の空間G2に接続された開口が形成されている場合には、液体回収口22の液体回収動作と並行して、その開口から液体LQを回収するようにしてもよい。

20

## 【0171】

また、上述の第1～第6の実施形態におけるノズル部材70は、ランド面（平坦部）75の一部が投影光学系PLと基板Pとの間に形成され、その外側に斜面（多孔部材25の下面）が形成されているが、ランド面の一部を投影光学系PLの下に配置せず、投影光学系PLの光軸に対して投影光学系PLの端面T1の外側（周囲）に配置するようにしてもよい。この場合、ランド面75は投影光学系PLの端面T1とほぼ面一でもよいし、ランド面75のZ軸方向の位置が、投影光学系PLの端面T1に対して+Z方向又は-Z方向に離れていてもよい。

30

## 【0172】

また、上述の第1～第5の実施形態においては、投影領域AR1を囲むように、液体供給口12は環状のスリット状に形成されているが、互いに離れた複数の供給口を設けるようにしてもよい。この場合、特に供給口の位置は限定されないが、投影領域AR1の両側（X軸方向の両側またはY軸方向の両側）に一つずつ供給口を設けることもできるし、投影領域AR1のX軸及びY軸方向の両側に一つずつ（計4つ）供給口を設けることもできる。また所望の液浸領域AR2が形成可能であれば、投影領域AR1に対して所定方向に離れた位置に一つの供給口を設けるだけでもよい。また、複数の供給口から液体LQの供給を行う場合には、それぞれの供給口から供給される液体LQの量を調整可能にして、各供給口から異なる量の液体を供給するようにしてもよい。

40

## 【0173】

また、上述の第1～第16の実施形態においては、投影光学系PLの光学素子LS1は屈折力を有するレンズ素子であるが、光学素子LS1として無屈折力の平行平板を用いてもよい。

## 【0174】

また、上述の第1～第16の実施形態においては、投影光学系PLの光学素子LS1の

50



像面側（下面側）の光路空間を液体 L Q で満たすようにしているが、国際公開第 2 0 0 4 / 0 1 9 1 2 8 号パンフレットに開示されているように、投影光学系 P L の光学素子 L S 1 の上面側と下面側との両方の光路空間を液体で満たす構成を採用することもできる。

【0175】

上述したように、本実施形態における液体 L Q は純水により構成されている。純水は、半導体製造工場等で容易に大量に入手できるとともに、基板 P 上のフォトレジストや光学素子（レンズ）等に対する悪影響がない利点がある。また、純水は環境に対する悪影響がないとともに、不純物の含有量が極めて低いため、基板 P の表面、及び投影光学系 P L の先端面に設けられている光学素子の表面を洗浄する作用も期待できる。なお工場等から供給される純水の純度が低い場合には、露光装置が超純水製造器を持つようにしてもよい。

10

【0176】

そして、波長が 1 9 3 n m 程度の露光光 E L に対する純水（水）の屈折率  $n$  はほぼ 1 . 4 4 程度と言われており、露光光 E L の光源として A r F エキシマレーザ光（波長 1 9 3 n m）を用いた場合、基板 P 上では  $1/n$ 、すなわち約 1 3 4 n m 程度に短波長化されて高い解像度が得られる。更に、焦点深度は空気中に比べて約  $n$  倍、すなわち約 1 . 4 4 倍程度に拡大されるため、空気中で使用する場合と同程度の焦点深度が確保できればよい場合には、投影光学系 P L の開口数をより増加させることができ、この点でも解像度が向上する。

【0177】

なお、上述したように液浸法を用いた場合には、投影光学系の開口数 N A が 0 . 9 ~ 1 . 3 になることもある。このように投影光学系の開口数 N A が大きくなる場合には、従来から露光光として用いられているランダム偏光光では偏光効果によって結像性能が悪化することもあるので、偏光照明を用いるのが望ましい。その場合、マスク（レチクル）のライン・アンド・スペースパターン、ラインパターンの長手方向に合わせた直線偏光照明を行い、マスク（レチクル）のパターンからは、S 偏光成分（T E 偏光成分）、すなわちラインパターンの長手方向に沿った偏光方向成分の回折光が多く射出されるようにするとよい。投影光学系 P L と基板 P 表面に塗布されたレジストとの間が液体で満たされている場合、投影光学系 P L と基板 P 表面に塗布されたレジストとの間が空気（気体）で満たされている場合に比べて、コントラストの向上に寄与する S 偏光成分（T E 偏光成分）の回折光のレジスト表面での透過率が高くなるため、投影光学系の開口数 N A が 1 . 0 を越えるような場合でも高い結像性能を得ることができる。また、位相シフトマスクや特開平 6 - 1 8 8 1 6 9 号公報に開示されているようなラインパターンの長手方向に合わせた斜入射照明法（特にダイポール照明法）等を適宜組み合わせると更に効果的である。特に、直線偏光照明法とダイポール照明法との組み合わせは、ライン・アンド・スペースパターンの周期方向が所定の一方方向に限られている場合や、所定の一方方向に沿ってホールパターンが密集している場合に有効である。例えば、透過率 6 % のハーフトーン型の位相シフトマスク（ハーフピッチ 4 5 n m 程度のパターン）を、直線偏光照明法とダイポール照明法とを併用して照明する場合、照明系の瞳面においてダイポールを形成する二光束の外接円で規定される照明  $\sigma$  を 0 . 9 5、その瞳面における各光束の半径を 0 . 1 2 5  $\sigma$ 、投影光学系 P L の開口数を N A = 1 . 2 とすると、ランダム偏光光を用いるよりも、焦点深度（D O F）を 1 5 0 n m 程度増加させることができる。

20

30

40

【0178】

また、例えば A r F エキシマレーザを露光光とし、 $1/4$  程度の縮小倍率の投影光学系 P L を使って、微細なライン・アンド・スペースパターン（例えば 2 5 ~ 5 0 n m 程度のライン・アンド・スペース）を基板 P 上に露光するような場合、マスク M の構造（例えばパターンの微細度やクロムの厚み）によっては、Wave guide 効果によりマスク M が偏光板として作用し、コントラストを低下させる P 偏光成分（T M 偏光成分）の回折光より S 偏光成分（T E 偏光成分）の回折光が多くマスク M から射出されるようになる。この場合、上述の直線偏光照明を用いることが望ましいが、ランダム偏光光でマスク M を照明しても、投影光学系 P L の開口数 N A が 0 . 9 ~ 1 . 3 のように大きい場合でも高い解像性能を

50

得ることができる。

【0179】

また、マスクM上の極微細なライン・アンド・スペースパターンを基板P上に露光するような場合、Wire Grid効果によりP偏光成分（TM偏光成分）がS偏光成分（TE偏光成分）よりも大きくなる可能性もあるが、例えばArFエキシマレーザを露光光とし、1/4程度の縮小倍率の投影光学系PLを使って、25nmより大きいライン・アンド・スペースパターンを基板P上に露光するような場合には、S偏光成分（TE偏光成分）の回折光がP偏光成分（TM偏光成分）の回折光よりも多くマスクMから射出されるので、投影光学系PLの開口数NAが0.9～1.3のように大きい場合でも高い解像性能を得ることができる。

10

【0180】

更に、マスク（レチクル）のラインパターンの長手方向に合わせた直線偏光照明（S偏光照明）だけでなく、特開平6-53120号公報に開示されているように、光軸を中心とした円の接線（周）方向に直線偏光する偏光照明法と斜入射照明法との組み合わせも効果的である。特に、マスク（レチクル）のパターンが所定の一方方向に延びるラインパターンだけでなく、複数の異なる方向に延びるラインパターンが混在（周期方向が異なるライン・アンド・スペースパターンが混在）する場合には、同じく特開平6-53120号公報に開示されているように、光軸を中心とした円の接線方向に直線偏光する偏光照明法と輪帯照明法とを併用することによって、投影光学系の開口数NAが大きい場合でも高い結像性能を得ることができる。例えば、透過率6%のハーフトーン型の位相シフトマスク（ハーフピッチ63nm程度のパターン）を、光軸を中心とした円の接線方向に直線偏光する偏光照明法と輪帯照明法（輪帯比3/4）とを併用して照明する場合、照明 $\alpha$ を0.95、投影光学系PLの開口数をNA=1.00とすると、ランダム偏光光を用いるよりも、焦点深度（DOF）を250nm程度増加させることができ、ハーフピッチ55nm程度のパターンで投影光学系の開口数NA=1.2では、焦点深度を100nm程度増加させることができる。

20

【0181】

本実施形態では、投影光学系PLの先端に光学素子LS1が取り付けられており、このレンズにより投影光学系PLの光学特性、例えば収差（球面収差、コマ収差等）の調整を行うことができる。なお、投影光学系PLの先端に取り付ける光学素子としては、投影光学系PLの光学特性の調整に用いる光学プレートであってもよい。あるいは露光光ELを透過可能な平行平板であってもよい。

30

【0182】

なお、液体LQの流れによって生じる投影光学系PLの先端の光学素子と基板Pとの間の圧力が大きい場合には、その光学素子を交換可能とするのではなく、その圧力によって光学素子が動かないように堅固に固定してもよい。

【0183】

なお、本実施形態では、投影光学系PLと基板P表面との間は液体LQで満たされている構成であるが、例えば基板Pの表面に平行平板からなるカバーガラスを取り付けた状態で液体LQを満たす構成であってもよい。

40

【0184】

また、図1～図18を使って説明した実施形態の投影光学系PLは、先端の光学素子の像面側の光路空間を液体で満たしているが、国際公開第2004/019128号パンフレットに開示されているように、光学素子LS1のマスクM側の光路空間も液体で満たす投影光学系を採用することもできる。

【0185】

なお、本実施形態の液体LQは水であるが、水以外の液体であってもよい、例えば、露光光ELの光源がF<sub>2</sub>レーザである場合、このF<sub>2</sub>レーザ光は水を透過しないので、液体LQとしてはF<sub>2</sub>レーザ光を透過可能な例えば、過フッ化ポリエーテル（PFPE）やフッ素系オイル等のフッ素系流体であってもよい。この場合、液体LQと接触する部分には

50

、例えばフッ素を含む極性の小さい分子構造の物質で薄膜を形成することで親液化処理する。また、液体LQとしては、その他にも、露光光ELに対する透過性があるだけ屈折率が高く、投影光学系PLや基板P表面に塗布されているフォトリジストに対して安定なもの（例えばセダー油）を用いることも可能である。この場合も表面処理は用いる液体LQの極性に応じて行われる。

【0186】

なお、図1、4、15、16、18、21、22及び24を用いた説明において、光学素子LS1の下面T1と基板Pを対向させた状態で、光学素子LS1の下面T1と基板Pの間の空間を液体LQ1で満たしているが、投影光学系PLと他の部材（例えば、基板ステージの上面91など）が対向している場合にも、投影光学系PLと他の部材との間を液体で満たすことができることは言うまでもない。

10

【0187】

なお、上記各実施形態の基板Pとしては、半導体デバイス製造用の半導体ウエハのみならず、ディスプレイデバイス用のガラス基板や、薄膜磁気ヘッド用のセラミックウエハ、あるいは露光装置で用いられるマスクまたはレチクルの原版（合成石英、シリコンウエハ）等が適用される。

【0188】

なお、上述の実施形態においては、光透過性の基板上に所定の遮光パターン（又は位相パターン・減光パターン）を形成した光透過型マスク（レチクル）を用いたが、このレチクルに代えて、例えば米国特許第6,778,257号公報に開示されているように、露光すべきパターンの電子データに基づいて、透過パターン又は反射パターン、あるいは発光パターンを形成する電子マスクを用いても良い。

20

【0189】

また、国際公開第2001/035168号パンフレットに開示されているように、干渉縞をウエハW上に形成することによって、ウエハW上にライン・アンド・スペースパターンを形成する露光装置（リソグラフィシステム）にも本発明を適用することができる。

【0190】

露光装置EXとしては、マスクMと基板Pとを同期移動してマスクMのパターンを走査露光するステップ・アンド・スキャン方式の走査型露光装置（スキヤニングステッパ）の他に、マスクMと基板Pとを静止した状態でマスクMのパターンを一括露光し、基板Pを順次ステップ移動させるステップ・アンド・リピート方式の投影露光装置（ステッパ）にも適用することができる。

30

【0191】

また、露光装置EXとしては、第1パターンと基板Pとをほぼ静止した状態で第1パターンの縮小像を投影光学系（例えば1/8縮小倍率で反射素子を含まない屈折型投影光学系）を用いて基板P上に一括露光する方式の露光装置にも適用できる。この場合、更にその後、第2パターンと基板Pとをほぼ静止した状態で第2パターンの縮小像をその投影光学系を用いて、第1パターンと部分的に重ねて基板P上に一括露光するスティッチ方式の一括露光装置にも適用できる。また、スティッチ方式の露光装置としては、基板P上で少なくとも2つのパターンを部分的に重ねて転写し、基板Pを順次移動させるステップ・

40

【0192】

また、本発明は、特開平10-163099号公報、特開平10-214783号公報、特表2000-505958号公報などに開示されているツインステージ型の露光装置にも適用できる。

【0193】

更に、特開平11-135400号公報に開示されているように、基板Pを保持する基板ステージと基準マークが形成された基準部材や各種の光電センサを搭載した計測ステージとを備えた露光装置にも本発明を適用することができる。

【0194】

50

露光装置 EX の種類としては、基板 P に半導体素子パターンを露光する半導体素子製造用の露光装置に限られず、液晶表示素子製造用又はディスプレイ製造用の露光装置や、薄膜磁気ヘッド、撮像素子 (CCD) あるいはレチクル又はマスクなどを製造するための露光装置などにも広く適用できる。

【0195】

基板ステージ PST やマスクステージ MST にリニアモータ (USP5,623,853 または USP5,528,118 参照) を用いる場合は、エアベアリングを用いたエア浮上型およびローレンツ力またはリアクタンス力を用いた磁気浮上型のどちらを用いてもよい。また、各ステージ PST、MST は、ガイドに沿って移動するタイプでもよく、ガイドを設けないガイドレスタイプであってもよい。

10

【0196】

各ステージ PST、MST の駆動機構としては、二次元に磁石を配置した磁石ユニットと、二次元にコイルを配置した電機子ユニットとを対向させ電磁力により各ステージ PST、MST を駆動する平面モータを用いてもよい。この場合、磁石ユニットと電機子ユニットとのいずれか一方をステージ PST、MST に接続し、磁石ユニットと電機子ユニットとの他方をステージ PST、MST の移動面側に設ければよい。

【0197】

基板ステージ PST の移動により発生する反力は、投影光学系 PL に伝わらないように、特開平 8-166475 号公報 (USP5,528,118) に記載されているように、フレーム部材を用いて機械的に床 (大地) に逃がしてもよい。

20

【0198】

マスクステージ MST の移動により発生する反力は、投影光学系 PL に伝わらないように、特開平 8-330224 号公報 (US S/N 08/416,558) に記載されているように、フレーム部材を用いて機械的に床 (大地) に逃がしてもよい。

【0199】

以上のように、本願実施形態の露光装置 EX は、本願特許請求の範囲に挙げられた各構成要素を含む各種サブシステムを、所定の機械的精度、電気的精度、光学的精度を保つように、組み立てることで製造される。これら各種精度を確保するために、この組み立ての前後には、各種光学系については光学的精度を達成するための調整、各種機械系については機械的精度を達成するための調整、各種電気系については電気的精度を達成するための調整が行われる。各種サブシステムから露光装置への組み立て工程は、各種サブシステム相互の、機械的接続、電気回路の配線接続、気圧回路の配管接続等が含まれる。この各種サブシステムから露光装置への組み立て工程の前に、各サブシステム個々の組み立て工程があることはいうまでもない。各種サブシステムの露光装置への組み立て工程が終了したら、総合調整が行われ、露光装置全体としての各種精度が確保される。なお、露光装置の製造は温度およびクリーン度等が管理されたクリーンルームで行うことが望ましい。

30

【0200】

半導体デバイス等のマイクロデバイスは、図 33 に示すように、マイクロデバイスの機能・性能設計を行うステップ 201、この設計ステップに基づいたマスク (レチクル) を製作するステップ 202、デバイスの基材である基板を製造するステップ 203、前述した実施形態の露光装置 EX によりマスクのパターンを基板に露光する露光処理ステップ 204、デバイス組み立てステップ (ダイシング工程、ボンディング工程、パッケージ工程を含む) 205、検査ステップ 206 等を経て製造される。

40

【図面の簡単な説明】

【0201】

【図 1】 本発明の露光装置の第 1 の実施形態を示す概略構成図である。

【図 2】 第 1 の実施形態に係るノズル部材近傍を示す概略斜視図である。

【図 3】 第 1 の実施形態に係るノズル部材を下側から見た斜視図である。

【図 4】 第 1 の実施形態に係るノズル部材近傍を示す側断面図である。

【図 5】 液体回収機構の一実施形態を示す概略構成図である。

50

【図6】液体回収機構による液体回収動作の原理を説明するための模式図である。

【図7】第1の実施形態に係る液体回収動作を説明するための模式図である。

【図8】液体回収動作の比較例を示す模式図である。

【図9】第2の実施形態に係るノズル部材を示す模式図である。

【図10】第3の実施形態に係るノズル部材を示す模式図である。

【図11】第4の実施形態に係るノズル部材を示す模式図である。

【図12】第5の実施形態に係るノズル部材を示す下側から見た斜視図である。

【図13】第6の実施形態に係るノズル部材近傍を示す概略斜視図である。

【図14】第6の実施形態に係るノズル部材を下側から見た斜視図である。

【図15】第6の実施形態に係るノズル部材近傍を示す側断面図である。

10

【図16】第6の実施形態に係るノズル部材の作用を説明するための図である。

【図17】第7の実施形態に係るノズル部材を下側から見た斜視図である。

【図18】第7の実施形態に係るノズル部材近傍を示す側断面図である。

【図19】第8の実施形態に係るノズル部材近傍を示す概略斜視図である。

【図20】第8の実施形態に係るノズル部材を下側から見た斜視図である。

【図21】第8の実施形態に係るノズル部材近傍を示す側断面図である。

【図22】第8の実施形態に係るノズル部材近傍を示す側断面図である。

【図23】第8の実施形態に係るガイド部材を示す平面図である。

【図24】第8の実施形態に係るノズル部材近傍を示す側断面図である。

【図25】第9の実施形態に係るガイド部材を示す平面図である。

20

【図26】第10の実施形態に係るガイド部材を示す平面図である。

【図27】第11の実施形態に係るガイド部材を示す平面図である。

【図28】第12の実施形態に係るガイド部材を示す平面図である。

【図29】第13の実施形態に係るガイド部材を示す平面図である。

【図30】第14の実施形態に係るガイド部材を示す平面図である。

【図31】第15の実施形態に係るガイド部材を示す平面図である。

【図32】第16の実施形態に係るガイド部材を示す平面図である。

【図33】半導体デバイスの製造工程の一例を示すフローチャート図である。

【符号の説明】

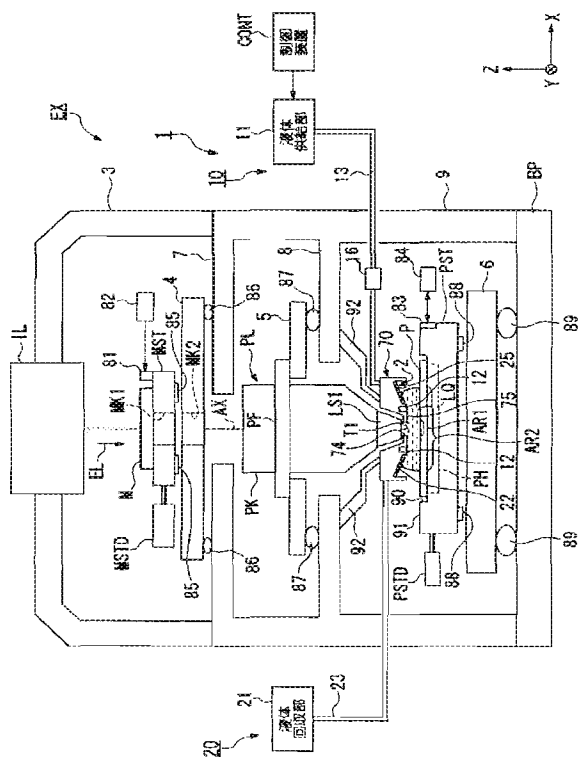
【0202】

30

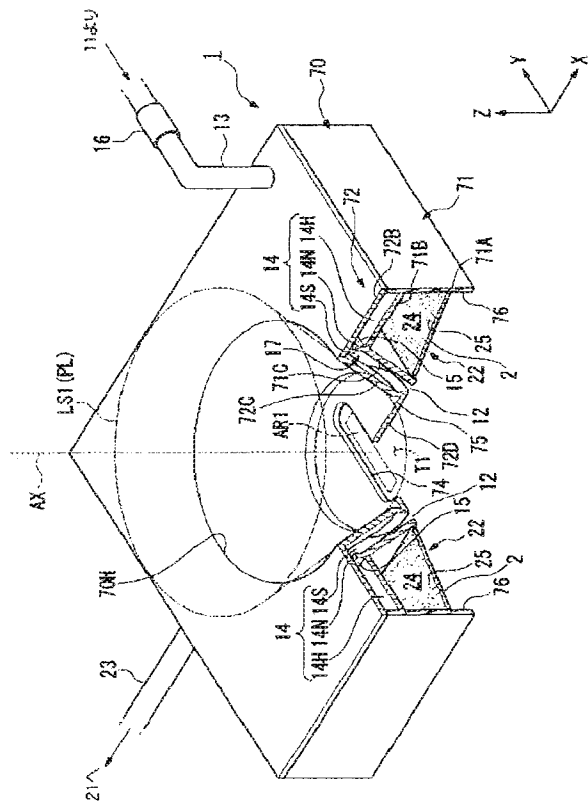
1…液浸機構、2…斜面、12…液体供給口、22…液体回収口、25…多孔部材、70  
70'、70''…ノズル部材、71D、72D…底板部（板状部材）、73…溝部、73  
A…開口部、74、74'…開口部、75…ランド面（平坦部）、76…壁部、130A  
…排気口、135…吸引装置（吸気系）、140A…液体供給口、172D…底板部（部  
材、ガイド部材）、181…第1ガイド部、181F…流路、182…第2ガイド部、1  
82F…流路、AR1…投影領域、AR2…液浸領域、AX…光軸、EL…露光光、EX  
…露光装置、G2…隙間（空間）、LQ…液体、P…基板、PL…投影光学系、T1…端  
面

40

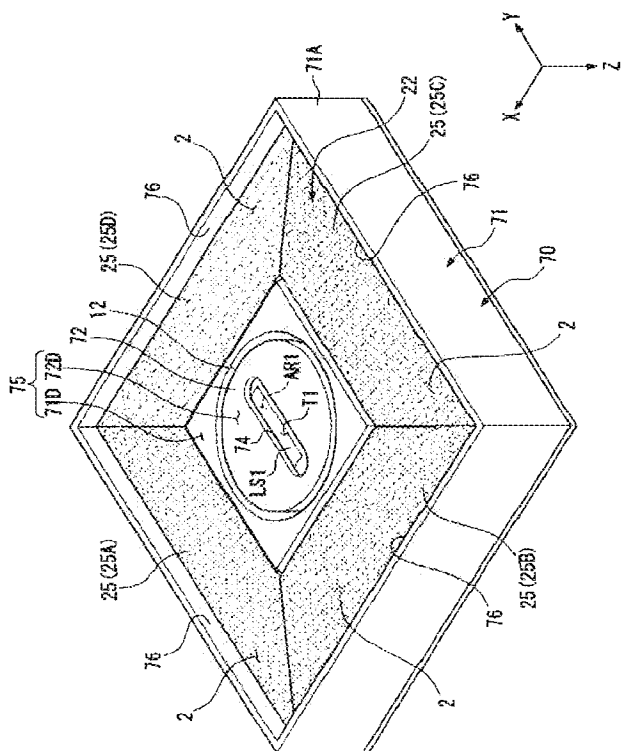
【図1】



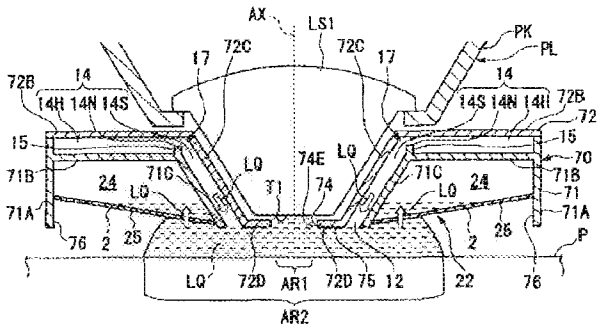
【図2】



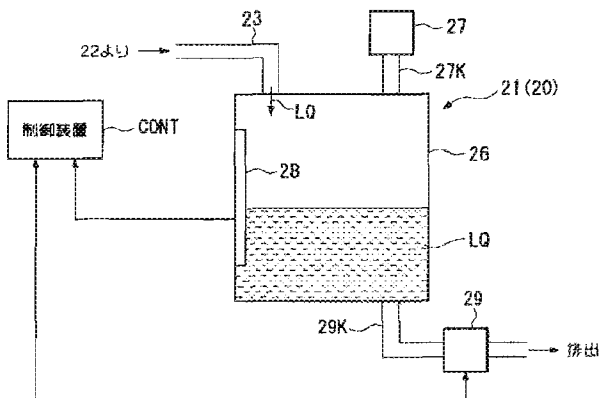
【図3】



【図4】

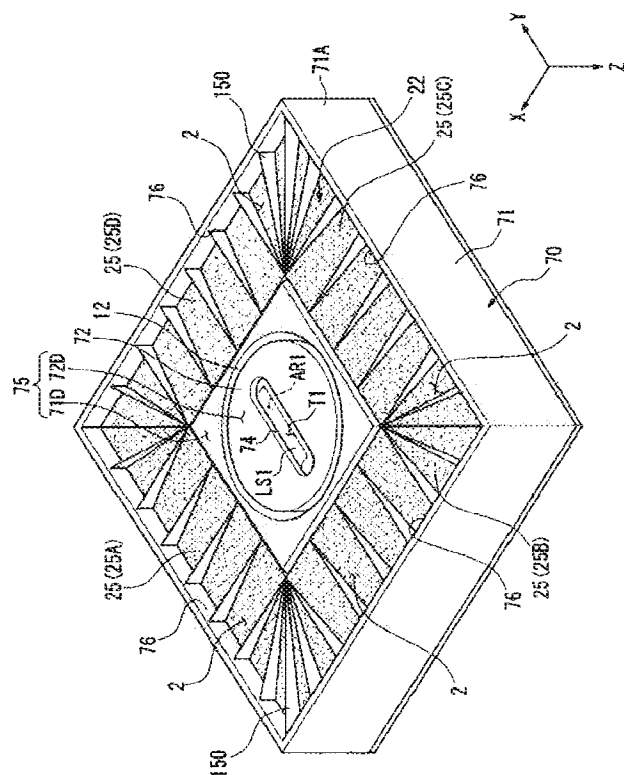


【図5】

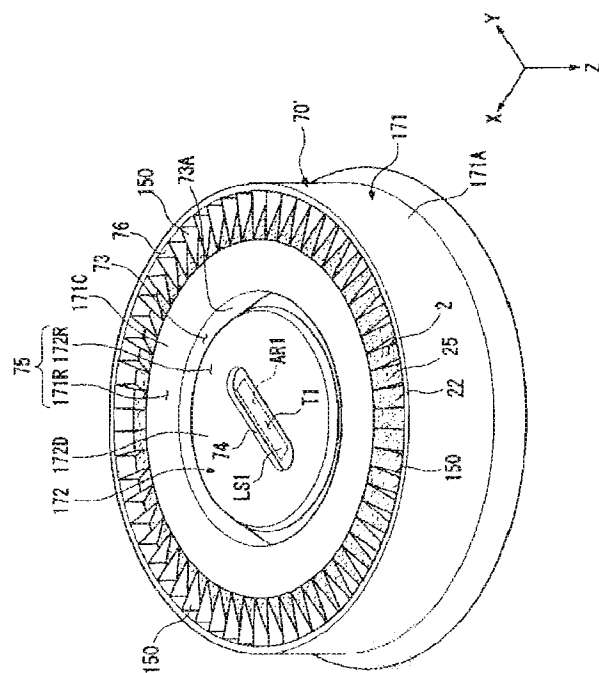




【图12】



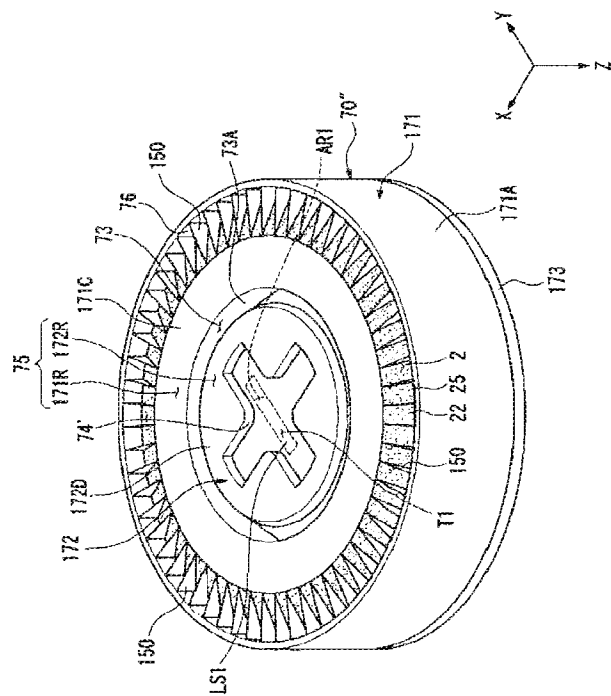
【图14】



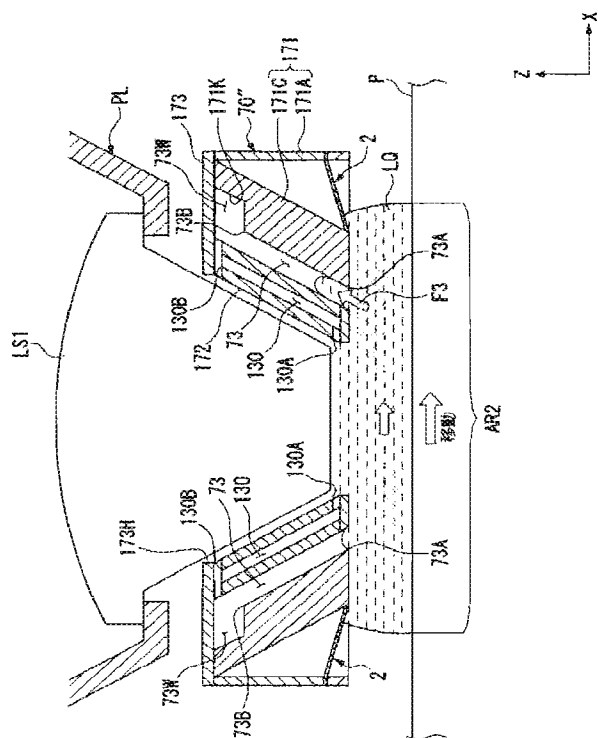




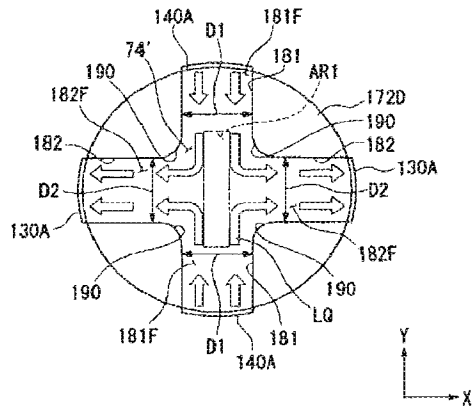
【图20】



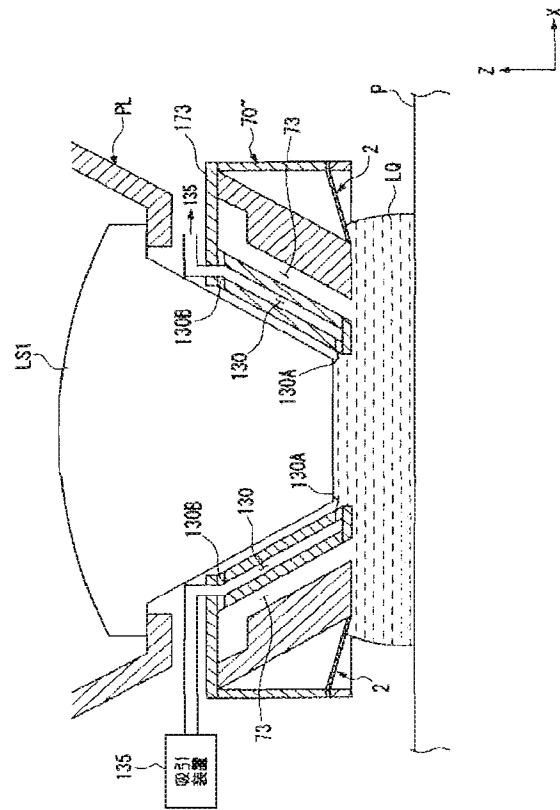
【图22】



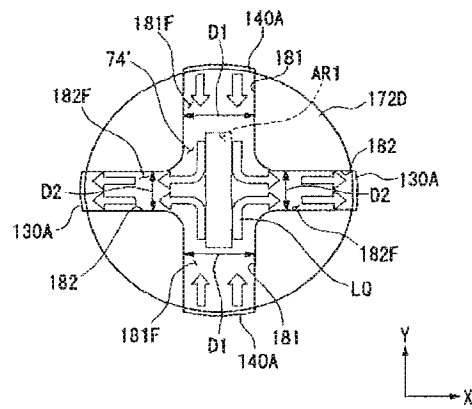
【図23】



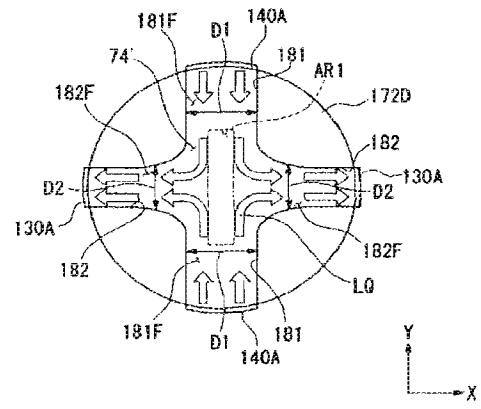
【図24】



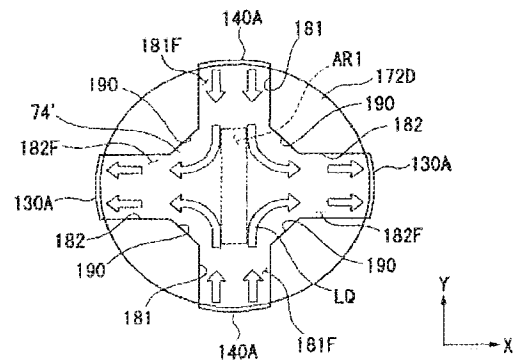
【図25】



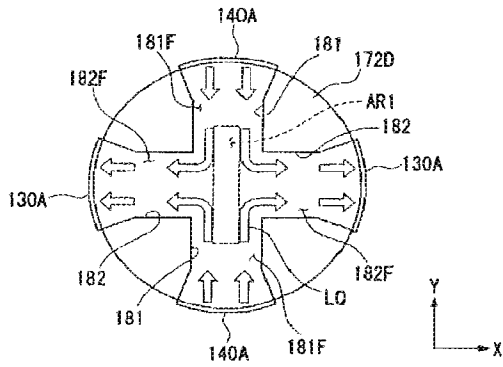
【図26】



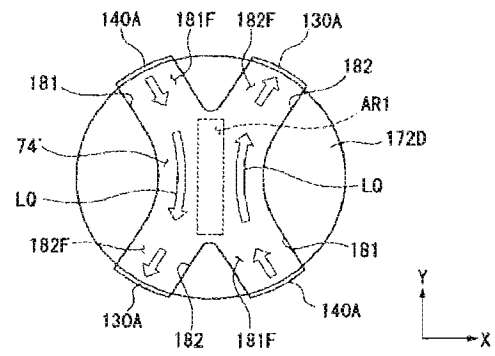
【図27】



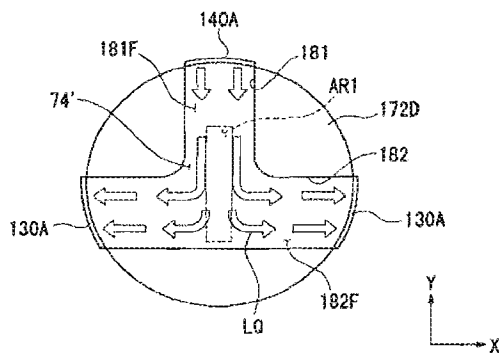
【図28】



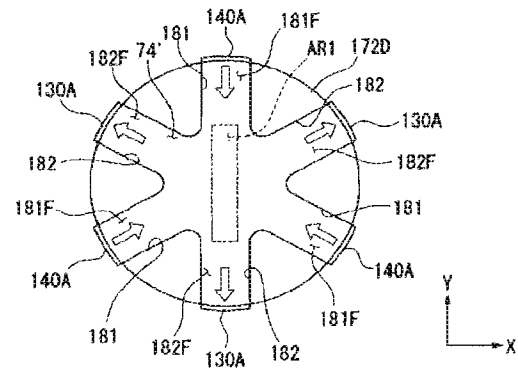
【図30】



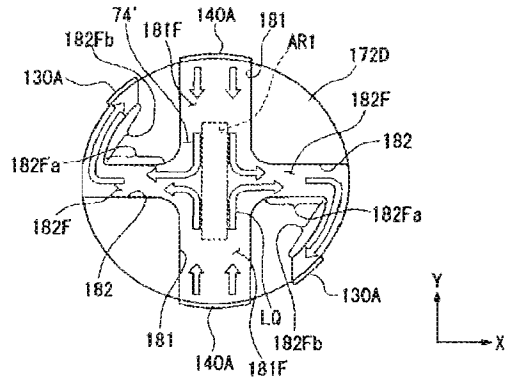
【図29】



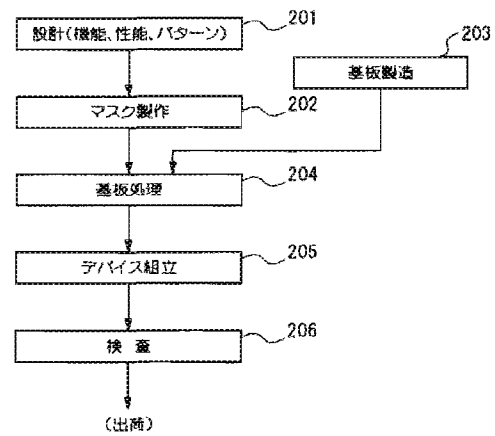
【図31】



【図32】



【図33】



フロントページの続き

(72)発明者 長坂 博之

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン内

(72)発明者 奥山 猛

神奈川県横浜市神奈川区鶴屋町3丁目30番4号 株式会社ニコンエンジニアリング内

Fターム(参考) 5F046 BA03 CC08 CD10 DA27